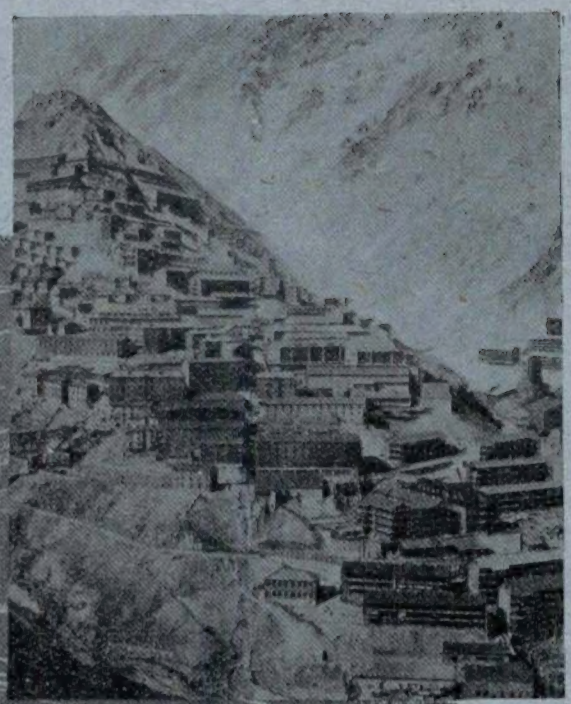
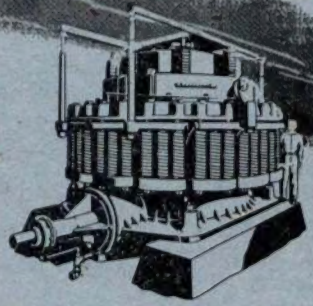
A extracção de cobre "DE CIMA PARA BAIXO" nos ANDES

O célebre «Cristo dos Andes» que marca a fronteira entre o Chile e a Argentina



Esta curiosa gravura mostra-nos um acampamento de mineiros talhado na encosta ocidental dos Andes chilenos, a mais de 2.000 m. de altitude. O aspecto mais curioso da extracção é que se faz de «cima para baixo». O minério encontra-se nas vertentes da serra, a grande altitude, e é expedido para baixo, numa extensão de cerca de 600 m., através de «chaminés» cortadas na rocha até a um túnel. Tanto os mineiros como o equipamento são içados, e não descidos, como é normal, para o seu lugar de trabalho. Nas oficinas desta mina há 12 Britadeiras cónicas «Symons» que reduzem todo o minério extraído a um diâmetro de menos de 3/8», para o tratamento subsequente.

Seja qual for a região mineira do mundo que visitar, *da Cordilheira dos Andes à Zambézia...* verificará a presença das Britadeiras cónicas «Symons», as preferidas pelos maiores produtores de minérios para fins industriais do mundo inteiro.

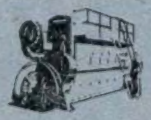


As Britadeiras cónicas "Symons"... as máquinas que revolucionaram o trabalho nas minas... fabricam-se nos tipos Standard Short Head e intermediário, com cabeça de britar de diâmetro de 60cms. a 2m.,30 com a capacidade de 6 a 900 toneladas por hora

"SYMONS"... marca registada da Nordberg conhecida em todo o mundo

ACONSELHAM-SE AS SEGUINTES PRODUÇÕES DA NORDBERG

BRITADEIRAS PRIMÁRIAS «SYMONS»



MOINHOS

MOTORES DIESEL

GUINDASTES PARA MINAS

MATERIAL PARA CONSERVAÇÃO FERROVIÁRIA

SEPARADORAS VIBRÁTEIS «SYMONS»

PENEIRAS VIBRÁTEIS «SYMONS»

NORDBERG MFG. CO., Milwaukee, Wisconsin, U.S.A. TELEGRAMAS: NORDBERG

X M-152-P

LONDON 19 Curzon St., W. 1. | PARIS 8, rue du Boccador | JOHANNESBURG P.O. Box 4139 | MEXICO, D.F. Dolores 3

Representantes nas principais áreas do mundo

SOBRECARGAS PARA PONTES DE ESTRADA

ESTUDO COMPARATIVO DOS REGULAMENTOS DE VÁRIOS PAÍSES

PELO ENG.º JOÃO F. CANSADO TAVARES
Chefe da Secção de Documentação do Laboratório de Engenharia Civil

C. D. 624.21.042(083.74)

O presente artigo é o resumo de um trabalho realizado no Laboratório de Engenharia Civil, tendo por objectivo um estudo comparativo das sobrecargas para pontes de estrada prescritas nos vários países, para servir de base à reforma do regulamento português em vigor. Foram analisados os regulamentos actualmente em vigor nos seguintes países: Portugal, Espanha, França, Alemanha, Inglaterra, Itália, Suíça, Bélgica, Holanda, Suécia, Dinamarca, Estados Unidos e Brasil.

Encontra-se o estudo dividido em 3 partes:

A I Parte encontra-se condensada num Quadro onde se representam as sobrecargas tipo dos vários regulamentos; na II Parte apresentam-se os diagramas dos momentos flectores e esforços transversos produzidos pela sobrecarga da faixa de rodagem na zona mais carregada; na III parte apresentam-se algumas conclusões a que nos levou aquele estudo.

I PARTE

No quadro I representam-se esquemàticamente as sobrecargas tipo dos vários regulamentos, seus valores e disposição na faixa de rodagem para o cálculo dos diferentes elementos de estrutura da ponte.

II PARTE

A partir do quadro I fez-se o estudo comparativo das sobrecargas prescritas pelos vários regulamentos.

Determinaram-se assim os momentos flectores e esforços transversos máximos produzidos pela sobrecarga da faixa de rodagem numa largura correspondente à largura da zona. Considerou-se sempre a zona mais carregada e a classe da ponte para a qual o regulamento prevê o tráfego mais pesado.

Estes valores estão representados no quadro II, tendo-se representado esquemàticamente no quadro III as correspondentes hipóteses de carga. No quadro IV indicam-se as sobrecargas equivalentes [1] às solicitações máximas.

A substituição das sobrecargas regulamentares pela sobrecarga equivalente resultou do facto das zonas definidas nos vários regulamentos não terem todas a mesma largura, pelo que não seria legítimo fazer a comparação sem atender a este facto. Assim, apesar do regulamento alemão conduzir a solicitações mais elevadas que o regulamento holandês, a sobrecarga equi-

[1] Por sobrecarga equivalente entende-se a sobrecarga uniforme por m² de zona que produz nos pontos de esforços máximos os mesmos momentos flectores e esforços transversos que as sobrecargas regulamentares.

valente é, para este último, superior à do regulamento alemão.

Nos quadros V e VI, respectivamente, indicam-se os valores dos coeficientes dinâmicos para os vários vãos e as expressões destes coeficientes consideradas pelos diferentes regulamentos.

Os valores das sobrecargas equivalentes para os momentos flectores e esforços transversos estão gràficamente representados nas figs. 1 e 2. Nas figs. 3 e 4 representam-se as sobrecargas equivalentes, afectadas do coeficiente dinâmico. A fig. 5 mostra as zonas de variação da sobrecarga equivalente para os vários regulamentos.

QUADRO II

Momentos flectores e esforços transversos produzidos pela sobrecarga da faixa de rodagem na zona mais carregada (viga simplesmente apoiada)

(Sem coeficiente dinâmico)

Países	Momentos flectores (tm) para os vãos (m):					Esforços transversos (t) para os vãos (m):					Largura das zonas (m)
	10	25	50	75	100	10	25	50	75	100	
Portugal . . .	32.40	140.63	484.38	914.06	1562.50	14.40	24.32	38.75	48.75	62.50	2.50
Espanha . . .	35	141	488	1037	1698	17	25	44	59	–	2.00
França	44	195	625	1055	1563	21	36	50	56	63	2.50
Alemanha. . .	123	413	1083	1988	3127	53	69	89	109	128	3.00
Inglaterra. . .	50	222	797	1805	3178	23	40	72	103	136	3.05
Itália.	36	158	628	1410	2504	16	29	54	79	104	3.00
Suíça.	35	127	416	785	1251	17	20	34	43	51	2.50
Bélgica. . . .	49	222	656	1247	1994	22	37	53	67	80	2.50
Holanda . . .	98	378	988	1753	2675	47	65	81	95	108	2.50
Suécia	64	209	613	1247	2100	26	33	49	67	84	3.00
Dinamarca . .	64	212	539	1106	1867	32	37	45	61	77	2.50
Estados Unidos	44	165	399	822	1393	23	28	36	47	59	3.05
Brasil	46	142	447	886	1428	21	25	38	49	59	2.50

QUADRO I

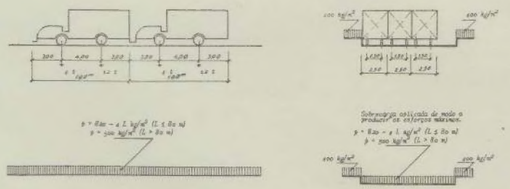
GEOMETRIA DAS SOBRECARGAS TIPO

SEUS VALORES

E

DISPOSIÇÃO NA FAIXA DE RODAGEM

REGULAMENTO PORTUGUÊS 1929



A sobrecarga a considerar será a que produzir o efeito mais desfavoravel no elemento de estrutura que se considere. Em geral, no calculo das longarinas, cortinas e vigas principais de pequenos vãos é o primeiro tipo de sobrecarga que produz o efeito mais desfavoravel; no calculo de vigas principais de vãos maiores é o segundo tipo.

REGULAMENTO ALEMÃO 1950

1	2	3	4	5	6	7	8
Classe da ponte	Tonelada de tabuleiro	Faixas brancas (valor de calculo)				Sobrecarga uniforme e Peso da zona (t/m²)	A prover para
		Frisado duplo					
		Comp. m	Larg. m	Peso t	Sobrecarga uniforme e peso da zona (t/m²)		
60	60 t	SLW	60	3,33	0,500	0,300	Todas estradas federais nacionais
45	45 t	SLW	45	4,50	0,500	0,300	Estradas
30	30 t	SLW	30	1,65	0,500	0,300	
12	12 t	LKW	12	0,67	0,400	0,300	
6	6 t	LKW	6	0,33	0,400	0,300	
3	3 t	LKW	3	0,20	0,300	0,300	

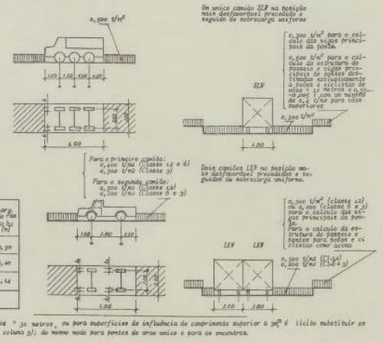
Estradas locais

As classes (pl) devem dimensionar-se as cortinas com um espaçamento máximo de $2,5^m$ e as longarinas com vãos até $3,5^m$. Além disso, deve considerar-se também uma carga de 1,5 t por eixo com distancia de $2,5^m$ entre rodas e largura de rodas $b_0 = 0,60m$.

Para dar-se, por meio da tabuleta colocada nas duas extremidades da ponte, a indicação da carga para a qual a ponte foi calculada (coluna 2).

Classe	Carga total (t)	Carga por roda (t)	Larg. do rodado b_0 (m)
60	60	10,0	0,60
45	45	7,5	0,50
30	30	5,0	0,40

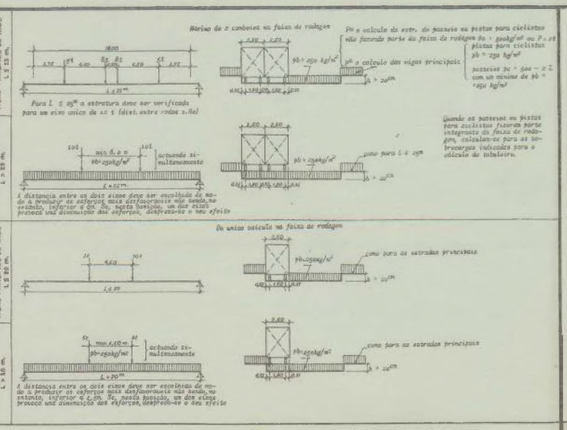
Comprimento do rodado = com. área de rodado = 0,20 t



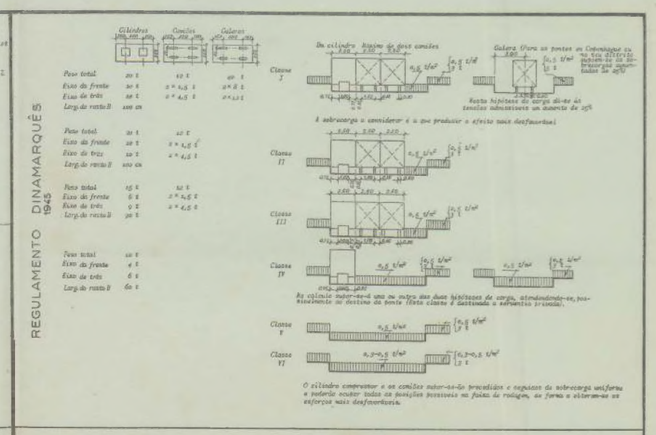
Classe	Carga total (t)	Carga por roda (t)	Larg. do rodado b_0 (m)	Carga por roda de frente (t)	Larg. de frente b_0 (m)
12	12	6,0	0,20	4,0	0,20
6	6	3,0	0,14	2,0	0,20
3	3	0,5	0,10	1,0	0,14

Comprimento do rodado = 0,20 m. Área de rodado = 0,20 t m².

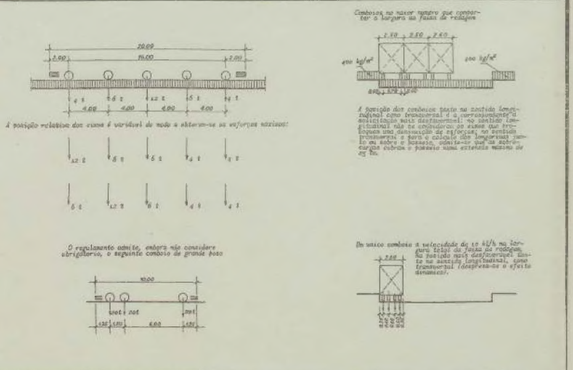
REGULAMENTO SUÍSSO 1951



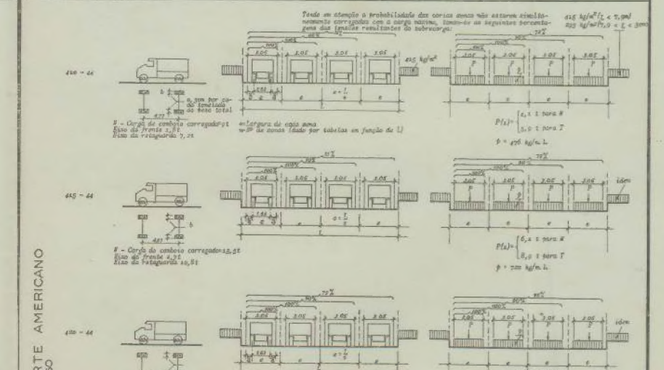
REGULAMENTO DINAMARQUÊS 1945



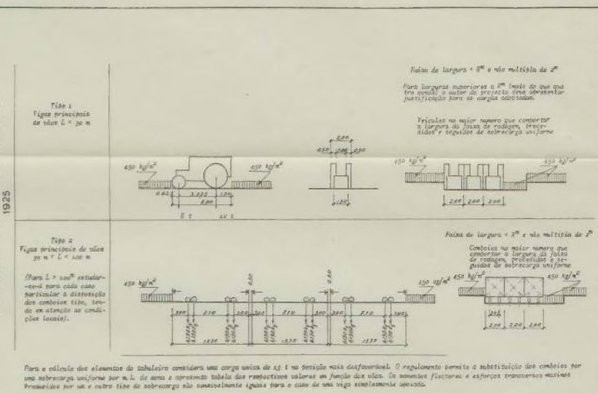
REGULAMENTO BELGA 1951



REGULAMENTO NORTE AMERICANO 1950

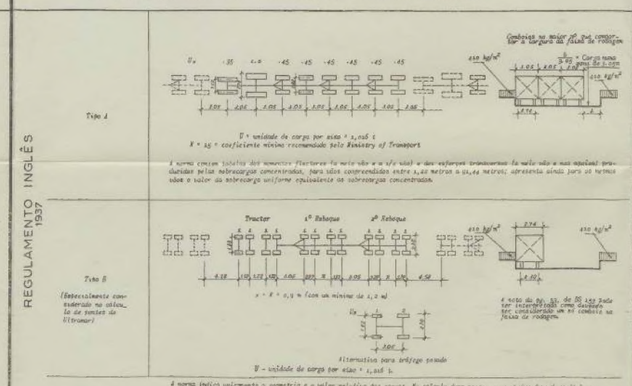


REGULAMENTO ESPANHOL 1925



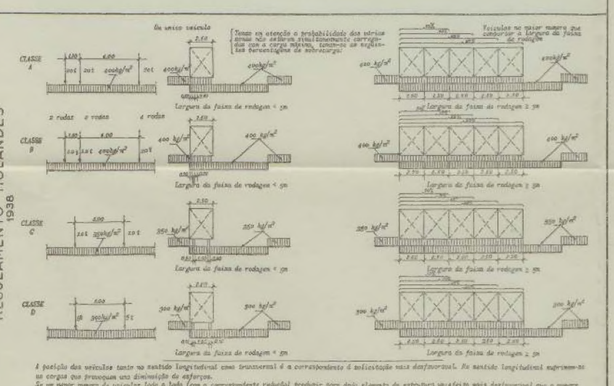
Para o calculo dos elementos do tabuleiro considera uma carga unica de 15 t no sentido mais desfavoravel. O regulamento permite a substituição dos combois por uma sobrecarga uniforme por m.l. de acordo com tabelas das respectivas valores em função dos vãos. Os momentos flectores e esforços transversos maximos Prescritos por um e outro tipo de sobrecarga são sensivelmente iguais para o caso de uma viga simplesmente apoiada.

REGULAMENTO INGLÊS 1937



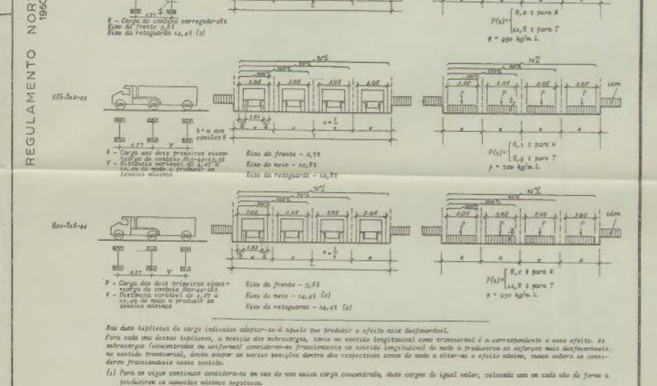
A norma indica unicamente a geometria e o valor relativo das cargas. Ao calcule dum ponte a regulamento deverá atribuir um coeficiente para multiplicar as cargas indicadas. O Ministry of Transport recomenda para todas as estradas na Grã-Bretanha o coeficiente minimo de 1 t. A norma é utilizada para vãos até 91,44 m.

REGULAMENTO HOLANDÊS 1938



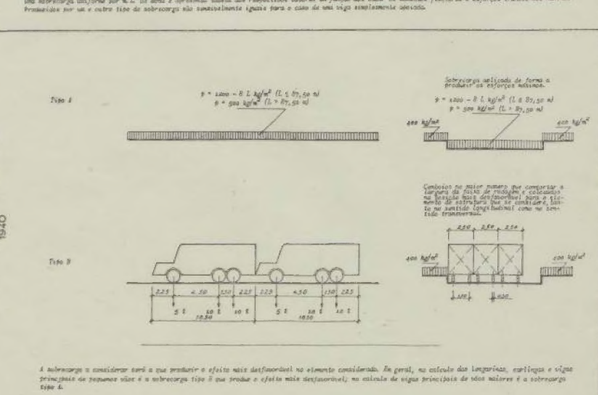
A posição dos veiculos tanto no sentido longitudinal como transversal é a correspondente à solicitação mais desfavoravel. No sentido longitudinal admitem-se as cargas que provocam uma diminuição de esforços.
Se um maior numero de veiculos lado a lado for a correspondente radial produzir para dois elementos da estrutura um efeito mais desfavoravel que o numero total de veiculos que poderiam ocupar a faixa de rodagem, é a primeira hipótese que se considera.

REGULAMENTO BRASILEIRO 1943



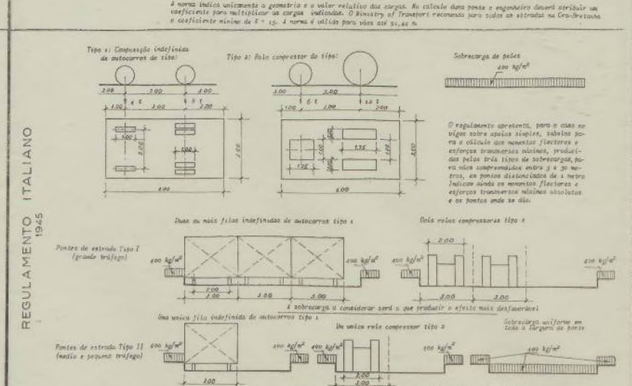
Os veiculos não colocados na posição mais desfavoravel para o elemento que se considera e a excepção dos compressores tipo B e C quando colocados sobre a ponte, considerar-se-ão iguais e provocador de sobrecarga uniforme.
Ao calcule dos arcos ou vigas principais de vãos > 30 m, é permitido a substituição das sobrecargas concentradas dos veiculos, pela sobrecarga equivalente na superficie 0,9 t/m².

REGULAMENTO FRANCÊS 1940



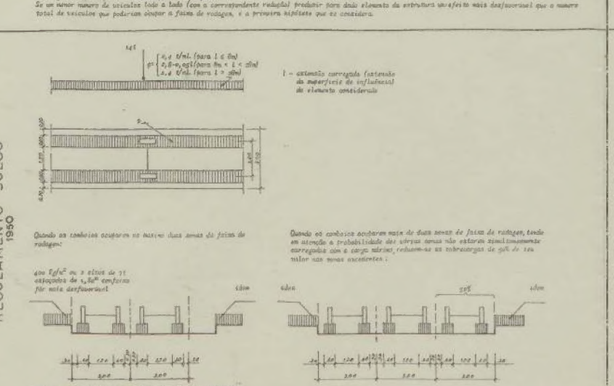
A sobrecarga a considerar será a que produzir o efeito mais desfavoravel no elemento considerado. Em geral, no calculo das longarinas, cortinas e vigas principais de pequenos vãos é a sobrecarga tipo B que produz o efeito mais desfavoravel; no calculo de vigas principais de vãos maiores é a sobrecarga tipo A.

REGULAMENTO ITALIANO 1925



O regulamento apresenta, para o caso de vigas sobre apoios simples, tabelas para o calculo dos momentos flectores e esforços transversos maximos, produzidos pelos três tipos de sobrecarga, para vãos compreendidos entre 3 e 30 metros, em função distanciadas de 1 metro. Indicam ainda os momentos flectores e esforços transversos maximos absolutos e os pontos onde se dão.

REGULAMENTO SUECO 1950



QUADRO III

Sobrecargas correspondentes às solicitações máximas

(Cargas concentradas em t; Cargas distribuídas em kg/m²)

PAÍSES	MOMENTOS FLECTORES PARA OS VÃOS (m)					ESFORÇOS TRANSVERSOS PARA OS VÃOS (m)					LARGURA DA ZONA (m)
	10	25	50	75	100	10	25	50	75	100	
PORTUGAL		720	620	520	500			620	520	500	2.50
ESPANHA	1400	900	780	737,5	675	1700	1000	875	792,5		2.00
FRANÇA		1000	800	600	500			800	600	500	2.50
ALEMANHA	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	3.00
INGLATERRA											3.05
ITALIA											3.00
SUIÇA			250	250	250			250	250	250	2.50
BELGICA	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	2.50
HOLANDA	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	2.50
SUECIA	1917	1125	1167	1167	1167	1917	1125	1167	1167	1167	3.00
DINAMARCA			500	500	500			500	500	500	2.50
ESTADOS UNIDOS			311	311	311			311	311	311	3.05
BRASIL		450	425	400	375		450	425	400	375	2.50

QUADRO IV

Sobrecarga equivalente (t/m²) às solicitações máximas

(Sem coeficiente dinâmico)

Países	Para os momentos flectores e para os vãos (m):					Para os esforços transversos e para os vãos (m):				
	10	25	50	75	100	10	25	50	75	100
Portugal	1.050	0.720	0.620	0.520	0.500	1.152	0.778	0.620	0.520	0.500
Espanha	1.400	0.902	0.781	0.737	0.679	1.700	1.000	0.880	0.787	—
França	1.410	0.998	0.800	0.600	0 500	1.680	1.152	0.800	0.600	0.500
Alemanha	3.280	1.762	1.155	0.942	0.834	3.533	1.840	1.187	0.969	0.853
Inglaterra	1.311	0.932	0.836	0.842	0.836	1.508	1.049	0.944	0.901	0.892
Itália	0.982	0.674	0.670	0.668	0.668	1.080	0.773	0.720	0.702	0.693
Suíça	1.123	0.651	0.453	0.447	0.400	1.360	0.640	0.544	0.459	0.408
Bélgica	1.570	1.137	0.840	0.709	0.638	1.760	1.184	0.848	0.715	0.640
Holanda	3.522	1.938	1.265	0.997	0.856	3.760	2.080	1.300	1.013	0.864
Suécia.	1.710	0.892	0.654	0.591	0.560	1.710	0.892	0.654	0.591	0.560
Dinamarca	2.133	1.092	0.690	0.629	0.597	2.560	1.184	0.720	0.651	0.616
Estados Unidos .	1.202	0.718	0.419	0.383	0.365	1.508	0.734	0.472	0.411	0.387
Brasil	1.487	0.727	0.572	0.504	0.457	1.680	0.800	0.608	0.523	0.472

QUADRO V

Valores do coeficiente dinâmico para os vários vãos

Países	Valores de φ para os vãos				
	10m	25m	50m	75m	100m
Portugal . . .	1,38	1,34	1,30	1,27	1,24
Espanha. . . .	Não considera				
França (1) . . .	1,56	1,37	1,24	1,18	1,14
Alemanha . . .	1,30	1,15	1,08	1,06	1,04
Inglaterra . . .	1,60	1,58	1,42	1,25	1,08
Itália	1,32	1,25	1,18	1,14	1,11
Suíça.	1,30	1,19	1,13	1,11	1,10
Bélgica (1) . . .	1,56	1,37	1,24	1,18	1,14
Holanda . . .	1,36	1,33	1,27	1,24	1,20
Suécia	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Dinamarca . .	1,25	1,25	1,40	1,40	1,40
Estados Unidos	1,32	1,24	1,17	1,13	1,11
Brasil	1,30	1,27	1,12	1,00	1,00

(1) Para pequenos vãos supôs-se que $\frac{P}{S} = 0$ e para vãos de 100m $\frac{P}{S} = 1$; para vãos intermédios fez-se a respectiva interpolação linear.

QUADRO VI

Expressões do coeficiente dinâmico

PAÍSES	φ
Portugal	*Pontes metálicas:* $\varphi = 1{,}00 + \frac{60}{150 + L}$ *Pontes de betão armado:* φ varia de 1,0 a 1,4 com o tipo de ponte, o elemento da estrutura e o vão
Espanha	— Não considera —
França	$\varphi = 1 + \frac{0{,}4}{1 + 0{,}2\,L} + \frac{0{,}6}{1 + 4\,\frac{P}{S}}$ S = peso em t das sobrecargas admitidas para o cálculo P = carga permanente
Alemanha	*Pontes metálicas (DIN 1073):* $\varphi_1 = 1 + \frac{4{,}5}{L + 5}$ (aplica-se à sobrecarga da faixa de rodagem para a qual é máximo o efeito no elemento considerado) $\varphi_2 = 1 + \frac{4{,}5}{2(L + 5)}$ (aplica-se à sobrecarga da faixa para o qual o efeito é de intensidade imediatamente inferior) $\varphi_3 = 1{,}00$ (aplica-se à sobrecarga de todas as outras faixas) *Pontes de alvenaria e betão (DIN 1075): φ varia de 1,0 a 1,4 com o elemento e os vãos*
Inglaterra	*Pontes com uma só zona:* $\varphi = 1{,}75 - 0{,}002\,\frac{L}{0{,}3}$ com um máximo de 1,60 *Duas ou três zonas:* $\varphi = 1{,}65 - 0{,}002\,\frac{L}{0{,}3}$ com um máximo de 1,50
Itália	$\varphi = 1{,}00 + \frac{16}{L + 40}$
Suíça	$\varphi = 1{,}00 + \frac{5{,}5 + 0{,}05\,L}{10 + L}$
Belgica	$\varphi = 1{,}00 + \frac{0{,}4}{1 + 0{,}2\,L} + \frac{0{,}6}{1 + \frac{4\,Q}{P}}$ P — peso em *t* das sobrecargas admitidas para cálculo Q — carga permanente
Holanda	$\varphi = 1 + \frac{40}{100 + L}$
Suécia	$\varphi = 1{,}4$
Dinamarca	$\varphi = 1{,}4$ para cilindros compressores e camiões $\varphi = 1{,}25$ para a galera
Estados Unidos . . .	$\varphi = 1 + \frac{50}{\frac{L}{0{,}3} + 125}$
Brasil	Elementos do tabuleiro $\varphi = 1{,}3$ Vigas principais $\begin{cases} L < 20\text{ m } \varphi = 1{,}3 \\ L > 70\text{ m } \varphi = 1{,}0 \end{cases}$ Arcos e abóbadas $\begin{cases} L < 50\text{ m } \varphi = 1{,}2 \\ L > 70\text{ m } \varphi = 1{,}0 \end{cases}$

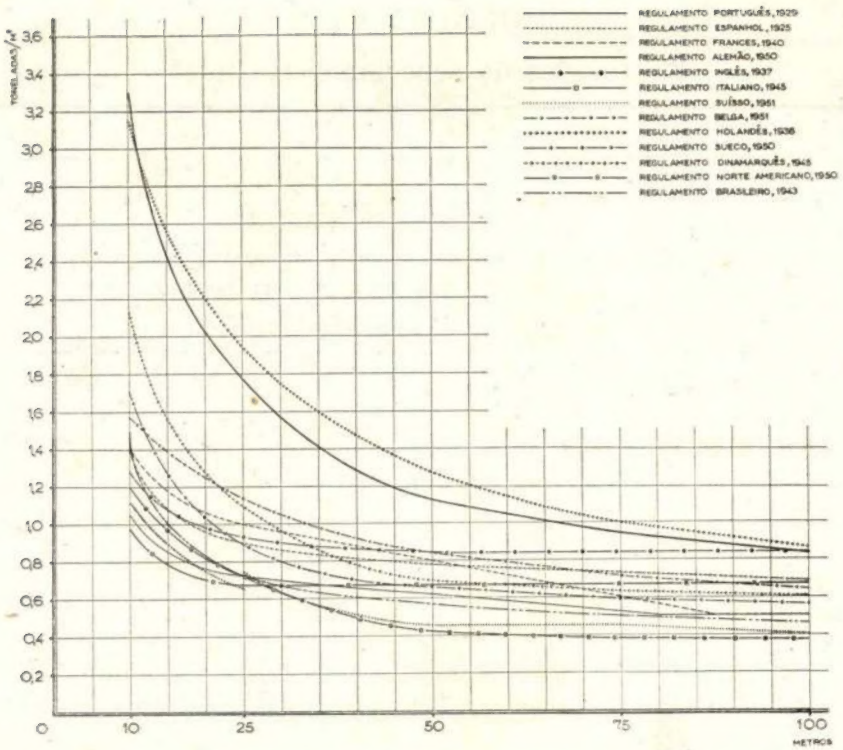


Fig. 1. Sobrecarga equivalente para os momentos flectores

(Sem coeficiente dinâmico)

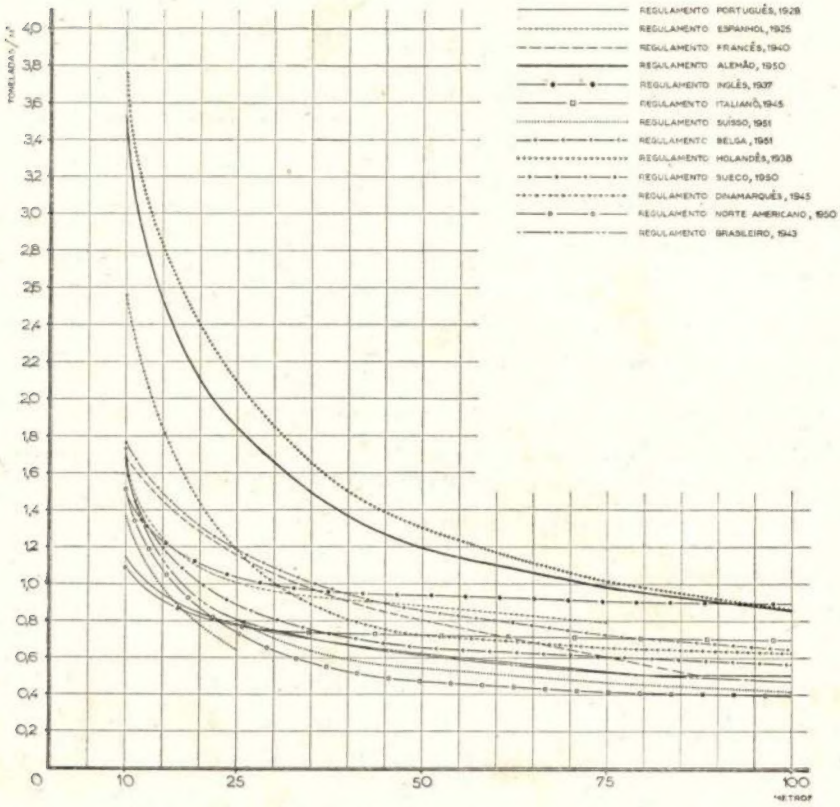


Fig. 2. Sobre carga equivalente para os esforços transversos

(Sem coeficiente dinâmico)

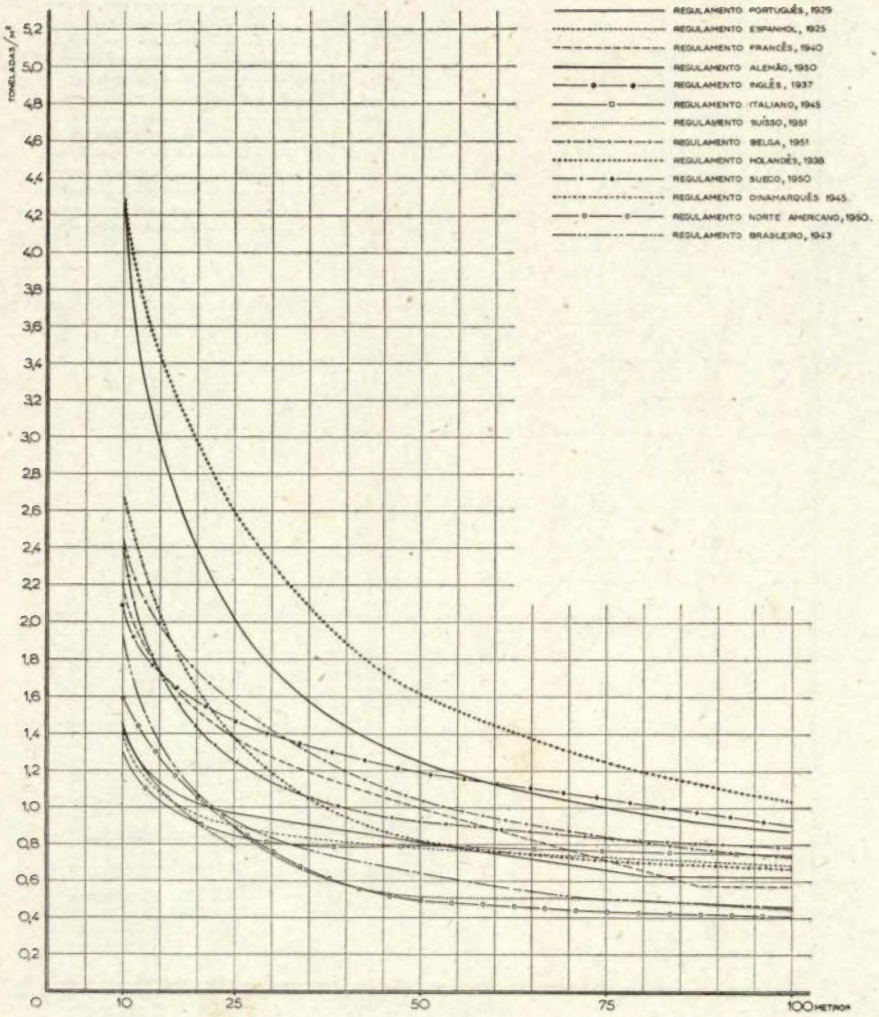


Fig. 3. Sobrecarga equivalente para os momentos flectores

(Com coeficiente dinâmico)

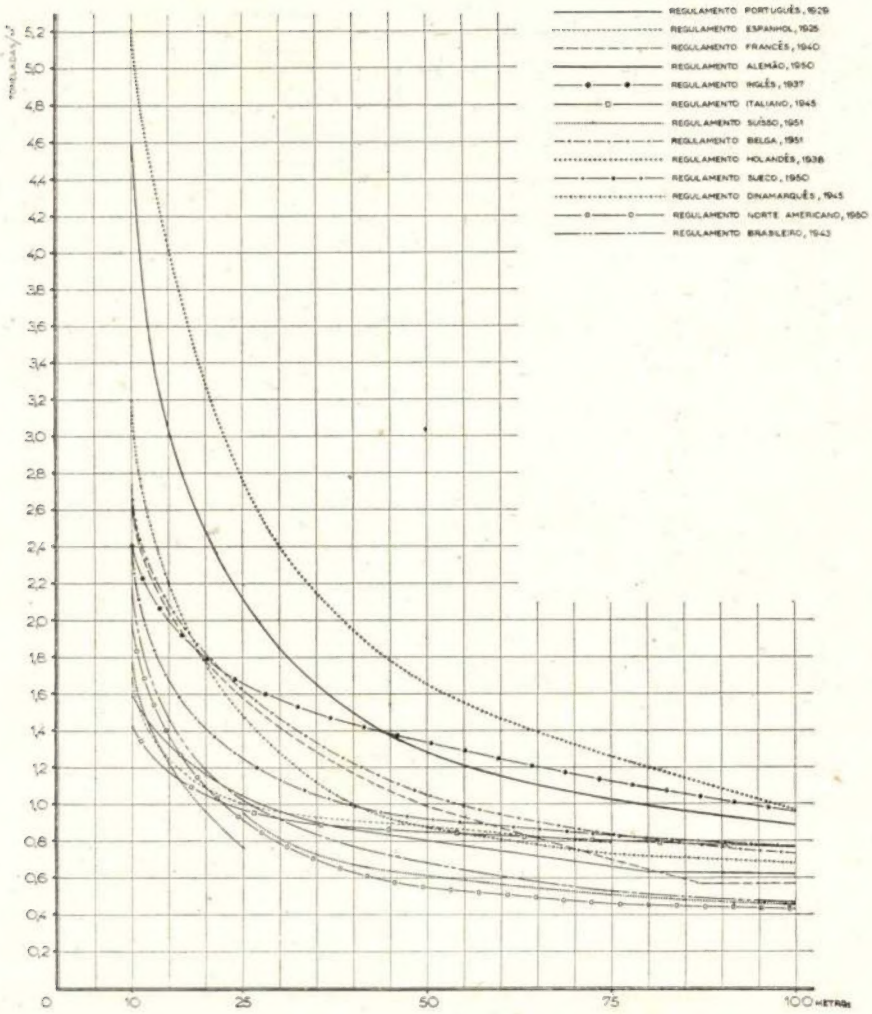
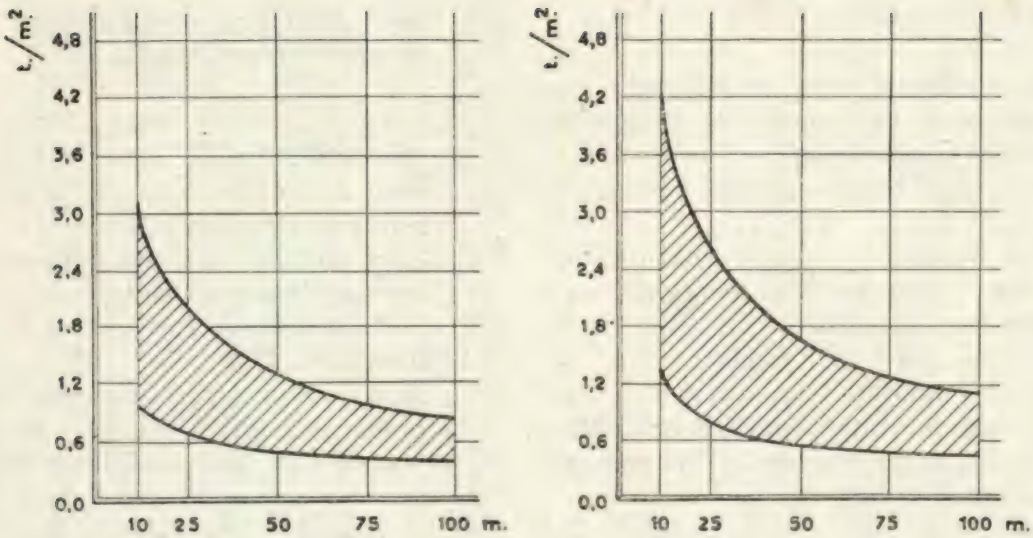


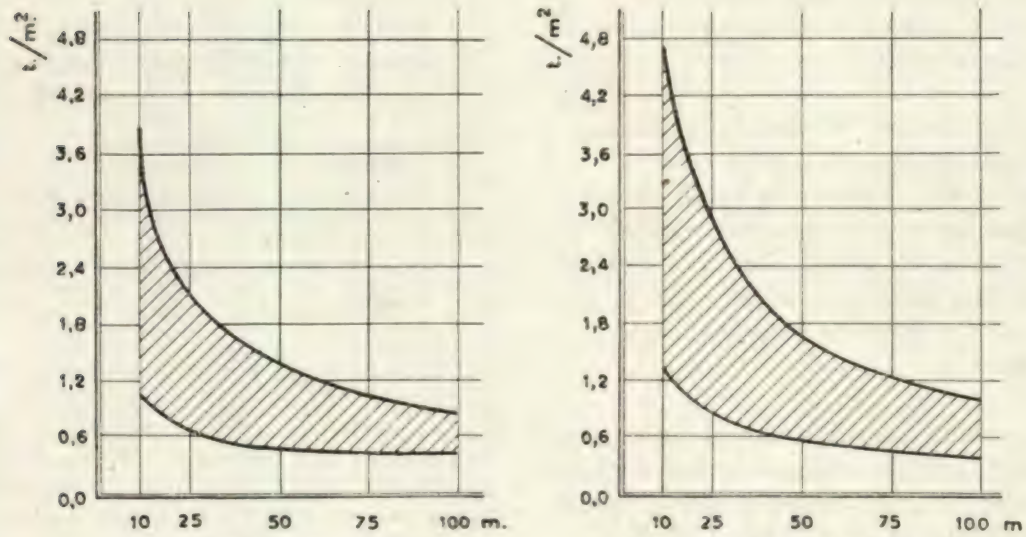
Fig. 4. Sobrecarga equivalente para os esforços transversos

(Com coeficiente dinâmico)



Sem coeficiente dinâmico — Com coeficiente dinâmico

MOMENTOS FLECTORES



Sem coeficiente dinâmieo — Com coeficiente dinâmico

ESFORÇOS TRANSVERSOS

Fig. 5. Zona de variação da sobrecarga equivalente para os vários regulamentos

III PARTE

Do estudo realizado poderão tirar-se as seguintes conclusões:

1. Há tendência para considerar várias categorias de pontes e correspondentes sobrecargas de acordo com o tráfego que têm de suportar (Quadro I).

2. A composição e o peso total dos veículos é muito variável de regulamento para regulamento.
   A carga por eixo é também muito variável sendo de notar os eixos de 20 t nos regulamentos alemão e holandês e de 24 t no regulamento dinamarquês (Quadro I e III).

3. Os momentos flectores e esforços transversos produzidos pela sobrecarga da faixa de rodagem na zona mais carregada, ou as correspondentes sobrecargas equivalentes são, no seu conjunto, muito variáveis de regulamento para regulamento (Fig. 5).

4. Os regulamentos alemão, holandês e dinamarquês (este para pequenos vãos) conduzem a valores bastante mais elevados, em relação aos outros países, em resultado da existência de 3 eixos de 20 t nos dois primeiros e de 2 eixos de 16 t e 24 t no terceiro (Figs. 1, 2, 3, 4).

5. Para cada regulamento a sobrecarga equivalente para os momentos flectores e esforços transversos diminui quando aumentam os vãos (Figs. 1, 2, 3, 4).

6. Como regra geral, a sobrecarga equivalente para os esforços transversos é superior à sobrecarga equivalente para os momentos flectores.
   Esta diferença acentua-se no caso de pequenos vãos (Fig. 5).

7. Consideração de redução de cargas (Holanda, Suécia, Estados Unidos) no caso de pontes com várias faixas de rodagem (Quadro I).
   Esta redução também é considerada, embora implìcitamente [1] nos regulamentos alemão, italiano, suíço, dinamarquês e brasileiro.
   A fig. 6, por exemplo, representa a sobrecarga equivalente para os esforços transversos, sem coeficiente dinâmico, em três zonas da faixa de rodagem.
   É de notar a grande redução dos esforços nos regulamentos alemão, holandês e dinamarquês (para pequenos vãos).

8. Considera-se actuação simultânea de cargas concentradas e distribuídas nos regulamentos alemão, suíço, belga, holandês, sueco, dinamarquês, norte-americano e brasileiro (Quadro I e III).

9. Emprego de um coeficiente dinâmico dependente do peso do elemento em que se considera o efeito e da sobrecarga que suporta (regulamento francês e belga).

---

[1] Por limitação do número de veículos na largura total da faixa de rodagem, por consideração de um cilindro compressor numa zona e camiões de menor peso nas outras, ou ainda por redução da sobrecarga uniforme que precede e segue o veículo (por exemplo camião LKW do regulamento alemão na segunda zona da faixa de rodagem).

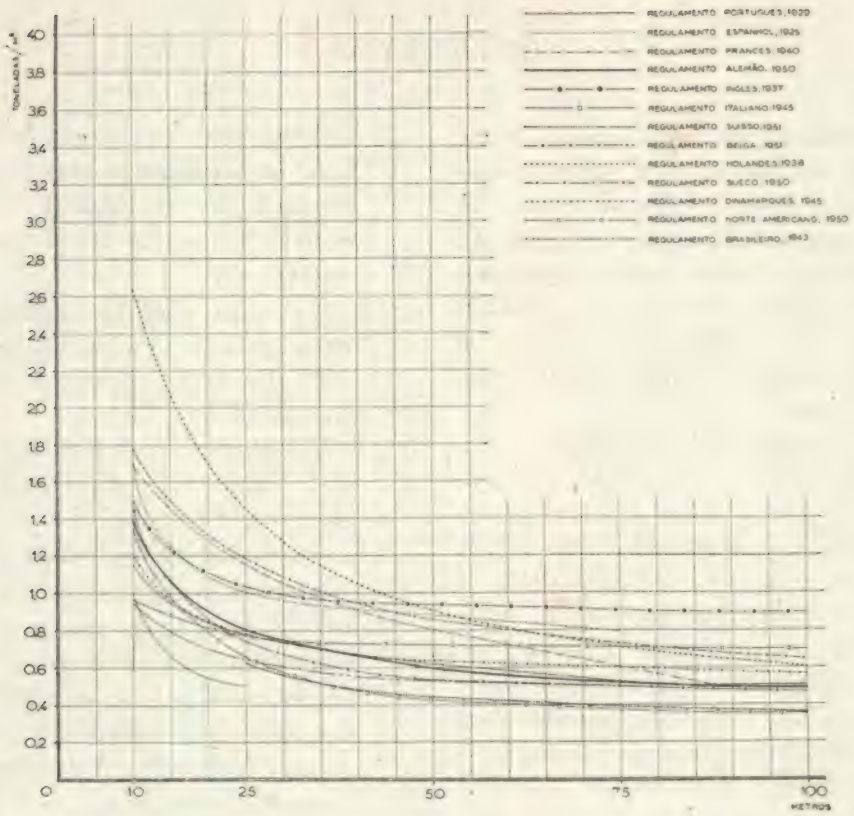


Fig. 6. Sobrecarga equivalente para os esforços transversos

(Em três zonas da faixa de rodagem e sem coeficiente dinâmico)

Para terminarmos, não queremos deixar de patentear o interesse que haveria em prosseguir o presente estudo, traçando os diagramas das sobrecargas equivalentes nos seguintes casos:

1. Em todas as classes de pontes consideradas nos regulamentos (considerámos apenas a classe para a qual se previa o tráfego mais pesado).

2. Na hipótese de consideração de mais de uma faixa de rodagem, para ter em atenção a redução de cargas (considerámos apenas a faixa mais carregada).

3. Na hipótese de consideração de outros tipos de estruturas, tais como vigas contínuas, pontes em arco, etc. (considerámos apenas o caso de vigas simplesmente apoiadas).

BIBLIOGRAFIA

1. «Pontes metálicas, de betão armado e não armado — Prescrições legais regulamentares» — 1944, Porto, Edições Lopes da Silva.
2. «Regulamento espanhol» (cópia dactilografada).
3. «Réglement pour le calcul et les épreuves des ponts metálliques et commentaires explicatifs — Annexe N.º 1 à la circulaire série A N.º 3 du 10 Mai 1927» — Paris, Ministére des Travaux Publics.
4. «Nouvelle rédaction de l'article 33 du Réglement pour de calcul et les épreuves des ponts métalliques formant l'annexe 1 à la circulaire série A N.º 3 du 10 Mai 1927 — Annexe à la circulaire série A N.º 1 du 29 Août 1940» — Paris, Ministère des Communications.
5. «Strassen-und Wegebrücken Belastungsannahmen — DIN 1072 Entwurf Dezember 1950 (Pontes de estrada e pontes especiais para peões ou ciclistas. Hipóteses de solicitação — Projecto de norma DIN 1072)» — Berlim, Beuth-Vertrieb Gmbh.
6. «Girder Bridges, Part 3: Loads and stresses (B. S. 153: 37)» — London, British Standard Institution.
7. «Unit loadings for railway girder bridges for gauges of 4 ft 8 1/2 in. and over and Highway Girder Bridges (appendix N.º 1 1925 to B. S. 153: 37)» — London, British Standard Institution.
8. «Carichi da considerare nel calcolo dei ponti per strade ordinarie (Circolari n. 6018 del 9-6-945 e n. 772 del 12-6-946» — Roma, Libreria dello Stato.
9. «Normes pour les charges, le calcul, la réception, la surveillance et l'entretien des constructions (Projet N.º 160, 1951)» — Zurich, Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes.
10. «Règlement pour la construction des ponts métalliques — Projet de norme NBN 5, 1951, Tome I» — Bruxelles, Institut Belge de Normalisation.
11. «Voorschriften Voor Het Ontwerpen En Voor Het Vervaardigen En Opstellen Van Stalen Bruggen: V.O.S.D./V.V.S.B. 1939, N. 1008» — Delft, Koninklijk Institut Van Ingenieurs.
12. «Provisoriska Föreskrifter för Belastningar Och Tillåtna Pakänningar m. m. For Konstruktioner Till Väg — Och Gatubroar (Disposições provisórias sobre cargas e tensões admissíveis em pontes de Estrada)» — 1950, Stockholm, Kungl: Vag — Och Vattenbyggnadsstyrelsen Konstruktionsbyrån.
13. «Normer for Bygningskonstruktioner 1. Belastninsgforskrifter, D. S. 410 pg. 26 (Regulamento da construção 1. Cargas» — 1945, København, Dansk Ingeniorforening.
14. «Standard Specifications for Highway Bridges» — 1949, Washington, American Association of State Highway Officials.
15. «Carga móvel em pontes rodoviárias NB-6-1943; Cálculo e execução de pontes de betão armado NB-2-1943» — Normas Estruturais pgs. 41 e 25 — Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas.

PARA: AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS,
MOTOS, BARCOS, ETC., ETC.

BATERIAS

Tudor

PILHAS SECAS

PARA: LANTERNAS, CAMPAINHAS;
RÁDIORECEPTORES, TELEFONES,
TELÉGRAFO, SINALIZAÇÃO,
APARELHAGEM MEDICINAL,
APARELHOS DE SURDEZ, ETC., ETC.

SOCIEDADE PORTUGUESA DO ACUMULADOR Tudor

FÁBRICAS
DAFUNDO
E
CASTANHEIRA
DO RIBATEJO

ADMINISTRAÇÃO E ESCRITÓRIOS
AV. FONTES PEREIRA
DE MELO, 12
TELEF. P. B. X. 5 1947
LISBOA

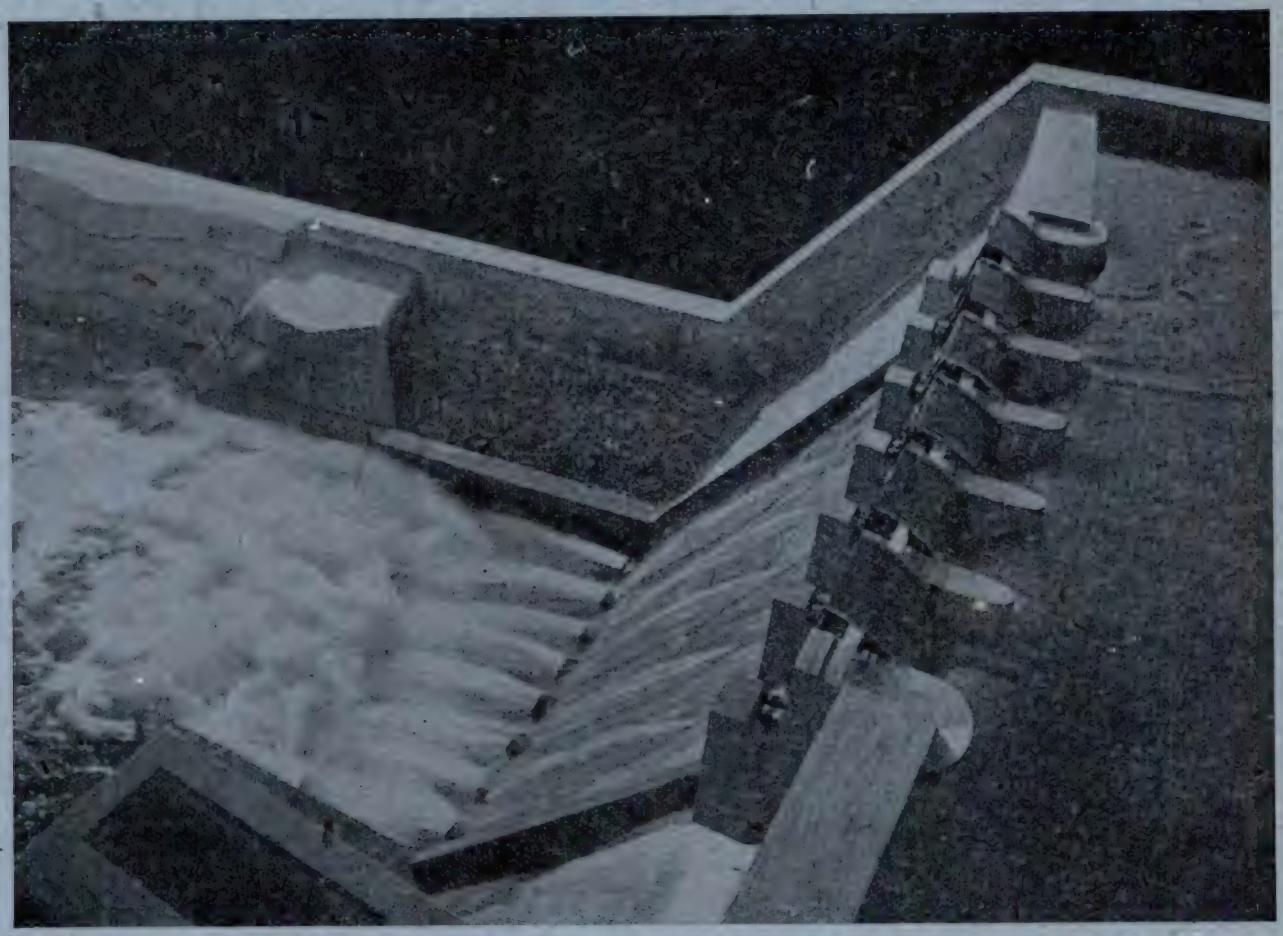
OFICINAS E VENDAS
RUA DO ALECRIM, 99
TELEF. 2 0823
AV. ALMIRANTE REIS, 68-A
TELEF. 5 1948
LISBOA

LABORATOIRE DAUPHINOIS D'HYDRAULIQUE

GRENOBLE

HIDRÁULICA FLUVIAL E MARÍTIMA — QUEDAS DE ÁGUA

Determinação económica das obras — Desassoreamentos
Aproveitamento dos rios — Eclusas
Utilização da energia das marés
Estudos de portos, de ancoradouros — Docas secas
Protecção do litoral — Estabilidade das praias.



BARRAGEM DE GRANDVAL

Estudo sobre modelo reduzido da dispersão da energia no pé da barragem.
Descarga de uma cheia de 1.900 m/3sec sobre a barragem.

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho
AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

MOTORES ASSÍNCRONOS

Cálculo dos enrolamentos a partir das características a plena carga

POR AURÉLIO GALHARDO COELHO

Do Curso de Engenharia Electrotécnica

C. D. 621.313.333

O presente artigo foi extraído do relatório do tirocínio de Máquinas Eléctricas.

O aparecimento do problema da remodelação de motores assíncronos durante esse tirocínio, e o desconhecimento por parte do tirocinante de um método de cálculo dos enrolamentos adaptado ao problema, foram a origem do pequeno estudo que a seguir se publica.

I — Método de cálculo

1 — Posição do problema

Ao projectar o enrolamento para um motor de qual já existe o ferro, são grandezas conhecidas:

a) as dimensões das chapas, comprimento do stator e do rotor, e propriedades magnéticas do ferro das chapas;
b) as características da alimentação; consideraremos os motores normais, com alimentação trifásica em baixa tensão apenas pelo stator, à frequência de 50 Hz.

São fàcilmente determináveis a partir das dimensões do ferro, ou fixáveis à priori, as características:

c) potência do motor;
d) enchimento das cavas em cobre;
e) forma do enrolamento.

Conhecidas ou determinadas todas estas grandezas, a parte fundamental do projecto consiste em determinar a correlação entre o número de espiras por fase do enrolamento estatórico e as características de funcionamento do motor; e uma vez determinada essa correlação, fixar aquele de acordo com os valores desejados para estas.

O número de espiras por fase pode ser substituído, durante o cálculo, pelo número de condutores por cava do stator n_1, e com vantagem porque este torna-se mais fácil de manobrar. A partir de n_1 o enrolamento fica, com efeito, determinado:

diâmetro do condutor nu: $d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{\nu_1 S_1}{n_1}}$

ν_1 — coeficiente de enchimento da cava em cobre

S_1 — secção da cava do stator

número de espiras por fase:

$$N_1' = \frac{N_1}{2} = \frac{\frac{k_1 n_1}{3}}{2} = \frac{k_1 n_1}{6}$$

k_1 — número de cavas do stator

As características de funcionamento do motor dependem do enrolamento por intermédio dos estados eléctrico e magnético por

ele determinados, que podem ser traduzidos pela indução no entre-ferro B_a (valor máximo) e pela densidade de corrente δ_1.

O cálculo tem que relacionar então três variáveis: n_1 B_a e δ_1. Vejamos que só uma delas é variável independente:

A amplitude da f. e. m. por fase é

$$E_1 . \sqrt{2} = \varepsilon_1 . \omega . N'_1 . \phi . 10^{-8} \text{ Volt}$$

em que

ε_1 — coeficiente de enrolamento;
$\varepsilon_1 = 0{,}96$, em trifásico
$\omega = 314$, para $f = 50$ Hz

Desta expressão resulta, como adiante se verá (cap. II - 9),

$$n_1 = \frac{K_n}{B_a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

em que K_n é determinado.

A densidade de corrente está também relacionada com o número de condutores por cava:

$$n_1 = \frac{\nu_1 . S_1 . \delta_1}{I_1}$$

A circunstância de haver uma só variável independente (2 equações para 3 variáveis) torna o problema fácil de analisar; e fazendo essa análise utilizando o diagrama circular, verifica-se que é possível calcular o enrolamento sem perder de vista as características do motor. Torna-se assim desnecessário arbitrar a grandeza que nos falta sem saber a que características seremos conduzidos.

Na análise que a seguir se faz, tomou-se B_a para variável independente, porque é fácil determinar a partir dela, não só o enrolamento por intermédio de n_1 dado pela expr. (1), mas ainda as características do motor por intermédio do diagrama circular.

2 — Método de cálculo

Vamos usar, durante o cálculo, o diagrama circular de Ossana (fig. 1). É preferível ao de Heyland porque, em motores de pequena potência, fornece o valor do *cos* φ com maior vigor.

A diferença entre os dois diagramas resulta de não se desprezar o ang. α de desfasagem entre a f. e. m. e a tensão, em vazio, no diagrama de Ossana. O centro da circunferência neste diagrama, deixa de estar por isso sobre a horizontal $\overline{A_o X_o}$, passando a estar sobre uma recta $\overline{A_o X'_o}$ inclinada de 2α sobre a primeira.

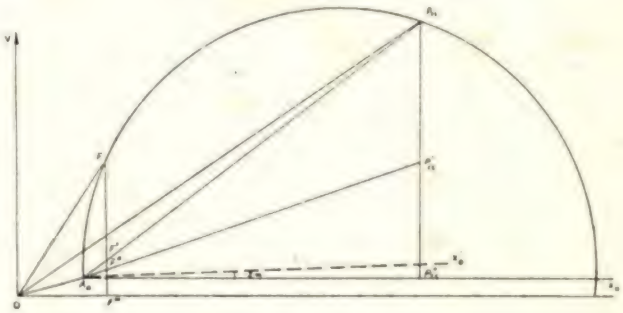


Fig. 1

No restante, os diagramas são semelhantes. A corrente em vazio continua sendo representada por $\overline{OA_o}$ e a corrente de curto-circuito por $\overline{OP_{cc}}$, decaladas respectivamente φ_o e φ_{cc} em relação à tensão. $\overline{P_{cc} P'_{cc}}$ e $\overline{P'_{cc} P''_{cc}}$ continuam a ser proporcionais às resistências do rotor e do stator. E para um determinado ponto de funcionamento, F, $\overline{OF}$ representa a corrente no stator, $\overline{A_oF}$ a corrente no rotor reduzida às condições do stator, $\overline{FF'''}$ a potência absorvida, $\overline{FF'}$ a potência util, $\overline{FF''}$ o momento e $\frac{\overline{F'F''}}{\overline{FF''}}$ o escorregamento.

* * *

Ao deduzir o formulário para o cálculo na 2.ª parte deste estudo encontrar-se-ão, para valores da auto-indução total por fase do stator, da resistência por fase do stator e da resistência do rotor reduzida ao stator, (caps. II-3, 4 e 6) respectivamente as expressões

$$\omega L_1 + \omega L'_2 = \frac{K_L}{B_a^2}$$

$$R_1 = \frac{K_{R_1}}{B_a^2}$$

$$R'_2 = \frac{K_{R_2}}{B_a^2}$$

em que K_L, K_{R_1} e K_{R_2} são coeficientes com valores conhecidos, constantes em cada caso.

Das expressões anteriores conclui-se que

$$Z_{cc} = \frac{1}{B_a^2}\sqrt{K_L^2 + (K_{R_1} + K_{R_2})^2}$$

$$I_{cc} = \frac{V}{Z_{cc}} = B_a^2 \times \left(V/\sqrt{K_L^2 + K_R^2}\right) \quad . \; . \; . \; (2)$$

$$\text{cotg}\ \varphi_{cc} = \frac{R_1 + R_2'}{\omega L_1 + \omega L_2'} = \frac{K_R}{K_L} \quad . \; . \; . \; . \; (3)$$

$$\frac{\overline{P_{cc}P'_{cc}}}{\overline{P'_{cc}P''_{cc}}} = \frac{R_2'}{R_1} = \frac{K_{R_2}}{K_{R_1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

expressões estas que significam que quando varia a indução B_a, a corrente de curto-circuito varia proporcionalmente ao quadrado da indução, mantendo-se no entanto constantes o ang. φ_{cc} e a posição relativa de P'_{cc} no segmento $\overline{P_{cc}P''_{cc}}$; ou seja, referindo-nos ao diagrama: $\overline{OP_{cc}}$ varia com B_a^2, mas mantém a sua inclinação com a horizontal, mantendo P'_{cc} a mesma posição relativa.

Vimos no capítulo anterior que ao dimensionar um enrolamento só temos uma grandeza que podemos fixar livremente; seja B_a essa grandeza. A cada valor de B_a vai corresponder um estado de funcionamento do motor, que numa dada escala se pode traduzir por um diagrama circular.

Consideremos que a escala de cada um dos diagramas é, não constante, mas inversamente proporcional ao quadrado da indução correspondente ao diagrama; reparemos nas relações entre o diagrama e indução, atrás descritas; concluiremos que os vários diagramas correspondentes aos vários valores de B_a se sobrepõem, ou que o mesmo diagrama traduz os vários estados de funcionamento do motor, se for:

1) α independente de B_a
2) φ_o independente de B_a
3) I_o proporcional a B_a

Como consequência, se se verificarem estas condições, para calcular o enrolamento de um motor não temos mais que: desenhar o diagrama do motor numa escala que de momento é desconhecida; escolher um ponto de funcionamento no diagrama, de acordo com as características desejadas; determinar a escala do diagrama por comparação do valor da potência do motor com o comprimento do segmento que a representa; e conhecida a escala determinar o valor da indução a adoptar, grandeza-chave no cálculo do enrolamento.

Acontece que nenhuma das três condições anteriores se verifica com rigor; mas acontece também que isso não obsta a que se possa utilizar o processo exposto. Senão vejamos:

O ângulo α varia ligeiramente com B_a, como se mostra adiante no Cap. II — 7; essa variação é no entanto desprezável em face da imprecisão com que se pode arbitrar o valor de α. E esta imprecisão não constitui inconveniente de maior, porque a inclinação tg 2α é já uma correcção, e não um elemento fundamental; a tal ponto que por vezes se não considera, como no diagrama de Heyland.

A corrente I_o, na zona de valores usuais de B_a, varia com uma potência da indução compreendida entre 1 e 2; o ângulo φ_o varia também dentro da referida zona, mas ligeiramente. Ambas estas grandezas se podem arbitrar *à priori* com certo rigor, como veremos. Notando agora que I_o é uma fracção muito pequena de I_{cc} (cerca de 9 % para 1 Kw e 5 % para 100 Kw), somos levados a concluir que os erros do arbítrio *à priori* da corrente em vazio são transmitidos ao diagrama com grande atenuação (aproximadamente entre 9 % e 5 %) podendo chegar a diluir-se nos erros gráficos.

3 — Modo de proceder

Para o cálculo dos enrolamentos e estudo de um motor desenha-se o seu diagrama de Ossana; começa por se traçar o segmento $\overline{OA_o}$ representativo da corrente em vazio segundo as indicações do Cap. II — 7, e o segmento $\overline{OP_{cc}}$ da corrente de curto-circuito de acordo com a relação $x = \frac{I_o}{I_{cc}}$ indicada no mesmo capítulo e de acordo com o valor

da cotg φ_{cc} dado pela expr. (3). Arbitra-se tg 2α (II — 7) e traça-se a recta $\overline{A_0X'_0}$ com essa inclinação em relação à horizontal. Com centro num ponto desta recta desenha-se uma circunferência que passe pelos pontos A_0 e P_{cc}; traçam-se os segmentos $\overline{P_{cc}P''_{cc}}$, $\overline{A_0P_{cc}}$ e $\overline{A_0P'_{cc}}$, sendo a posição de P'_{cc} em $\overline{P_{cc}P''_{cc}}$ definida pela expressão (4).

Escolhe-se um ponto F de acordo com as características desejadas (ver a seguir a análise da zona de funcionamento); faz-se $\overline{FF'}$ igual à potência útil determinando-se assim a escala das potências, e a partir desta a das correntes e o valor de I_{cc}; conhecido este calcula-se a indução aproximada a adoptar (expr. 2).

O valor exacto da indução é fixado a seguir, o mais próximo possível do valor calculado, mas de maneira a corresponder a um número inteiro de condutores por cava (expr. 1) com um diâmetro que exista no mercado.

Se com esta operação se alterou sensìvelmente o valor calculado para B_a, é necessário calcular a nova escala das potências e com ele o verdadeiro comprimento de $\overline{FF'}$, deslocando-se o ponto F o que preciso se tornar. Sejam B_a e B_{a1}, os dois valores da indução; a nova escala das potências será

$$p' = p \times \left(\frac{B_{a_1}}{B_a}\right)^2 \text{ watt/mm}$$

e o segmento $\overline{FF'}$ tomará o valor

$$(\overline{FF'})' = \overline{FF'} \times \left(\frac{B_a}{B_{a_1}}\right)^2$$

deslocando-se paralelamente até se ajustar entre $\overline{A_0P_{cc}}$ e a circunferência.

Com o valor da indução fixado calcula-se a corrente em vazio e determina-se a situação exacta da origem do diagrama O', a corrente no estator $\overline{O'F}$ e a desfasagem em relação à tensão φ.

É conveniente calcular algèbricamente o rendimento à plena carga porque, devido à sua natureza é exigido com bastante rigor ($\pm$ 0,5 %) e os erros gráficos são sempre apreciáveis.

4 — Análise da zona de funcionamento

As características de funcionamento dadas pelo diagrama e cuja relação com a variável B_a nos interessa precisar, são:

a) o factor de potência, $\cos\varphi$;
b) o rendimento, η %;
c) o momento de arranque, M_a ou a sua relação com o momento nominal, $\frac{M_a}{M}$;
d) o momento máximo M_m, ou a sua relação com o momento nominal, $\frac{M_m}{M}$;
e) o escorregamento, g %.

Já vimos que a variação da indução modifica as dimensões ou a escala do diagrama, do que resulta uma variação simultânea embora desigual de todas estas grandezas; e vimos também que escolhemos a indução para concretizar o único grau de liberdade de que dispomos ao dimensionar os enrolamentos do motor. Como consequência, não podemos pretender que o motor apresente, depois de construído, um conjunto de característícas prè-fixado, mas apenas o conjunto de características que mais se aproxime do requerido, por escolha do valor mais adequado de B_a.

* * *

Podemos desde já delimitar uma zona de funcionamento possível (fig. 2) e restringi-la aos pontos de funcionamento para os quais a relação $\frac{M_m}{M}$ apresenta valores aconselhados; a zona de funcionamento, tomando os valores limites dados pelas normas DIN VDE para a referida relação, será aquela em que se verifique

$$2 < \frac{Mm}{M} < 2{,}5$$

A maneira prática de delimitar a zona no diagrama (fig. 2) consiste em: determinar o ponto de momento máximo — ponto de tangência à circunferência, de uma paralela a $\overline{A_0P'_{cc}}$; traçar o segmento representativo

do momento, $\overline{F_m F_m''}$; marcar dois pontos, nesse segmento, às distâncias $\frac{\overline{F_m F_m''}}{2}$ e $\frac{\overline{F_m F_m''}}{2.5}$ da recta $\overline{A_o P'_{cc}}$; traçar paralelas a $\overline{A_o P'_{cc}}$ por esses pontos, que vão definir

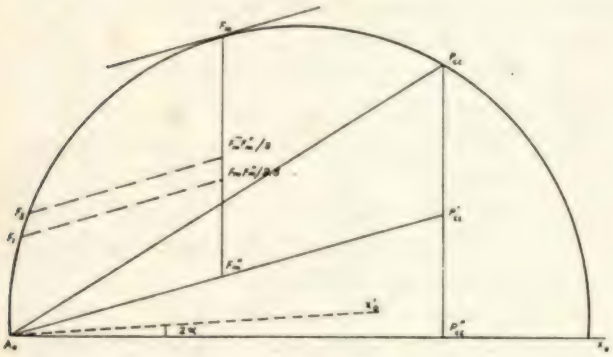


Fig. 2

na circunferência os extremos da zona, F_1 e F_2. O ponto de funcionamento a escolher, F, será um destes ou outro intermédio.

* * *

Vejamos agora como varia cada uma das características à medida que o ponto de funcionamento se desloca na zona, de F_1 até F_2:

Por construção, como acabamos de ver, o momento máximo varia entre duas vezes e meia e duas vezes o momento nominal.

A escala das potências varia de p_1 watt/mm a

$$p_2 = p_1 \times \frac{\overline{F_1 F'_1}}{\overline{F_2 F'_2}} = \alpha\, p_1 \text{ watt/mm}$$

em que

$$\alpha < 1$$

A escala das correntes varia de i_1 A/mm a

$$i_2 = \alpha \times i_1 \text{ A/mm}$$

e os dois valores da indução estão relacionados pela expressão

$$B_{a_2} = \sqrt{\alpha} \times B_{a_1}$$

sendo portanto

$$B_{a_2} < B_{a_1}$$

Considerando a corrente magnetizante proporcional a uma potência n de B_a, os seus valores em F_1 e F_2 estão relacionados por

$$Im_2 = \alpha^{n/2} \times Im_1$$

e atendendo aos valores das escalas da corrente num e noutro caso,

$$(\overline{OA_o})_2 = \frac{Im_2}{i_2} = \frac{\alpha^{n/2} \times Im_1}{\alpha \times i_1}$$

$$(\overline{OA_o})_2 = \alpha^{(n/2-1)} \times (\overline{OA_o})_1$$

Vimos que n era

$$1 < n < 2$$

e se substituirmos este valor na expressão anterior obtemos

$$(\overline{OA_o})_1 < (\overline{OA_o})_2 < \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \times (\overline{OA_o})_1$$

Desprezemos a variação de φ_o; atendendo a que

$$\overline{F_2 F'_2} = \frac{1}{\alpha} \times \overline{F_1 F'_1}$$

Verifica-se que no triângulo $\overset{\triangle}{O F''' F}$ ao passar de F_1 para F_2 o lado $\overline{OF'''}$ cresce muito mais lentamente que o lado $\overline{FF'''}$. Daqui, o poder concluir-se que o ângulo φ diminui, aumentando portanto o factor de potência.

O momento de arranque, ao passar-se de F_1 para F_2, decresce devido à mudança da escala:

$$M_{a_2} = \alpha \times M_{a_1}$$

A variação do valor do escorregamento na zona $\widehat{F_1 F_2}$ depende do motor; coisa semelhante acontece com o rendimento. Apresenta-se a seguir um processo gráfico que permite determinar a variação destas grandezas dado o diagrama do motor a estudar. O processo, no entanto, apresenta-se apenas para deixar mais completa a análise da zona de funcionamento; não tem grande aplicação prática porque nem a amplitude das variações a estudar, sempre

diminuta, o justifica plenamente, nem o rigor dos métodos gráficos o aconselha.

Para o escorregamento (fig. 3) marca-se sobre o segmento $\overline{F_2 F'_2}$ ou seu prolongamento o ponto F_{o2}, tal que

$$g_1 = \frac{\overline{F'_1 F''_1}}{\overline{F_1 F''_1}} = \frac{\overline{F'_2 F''_2}}{\overline{F_{o2} F''_2}}$$

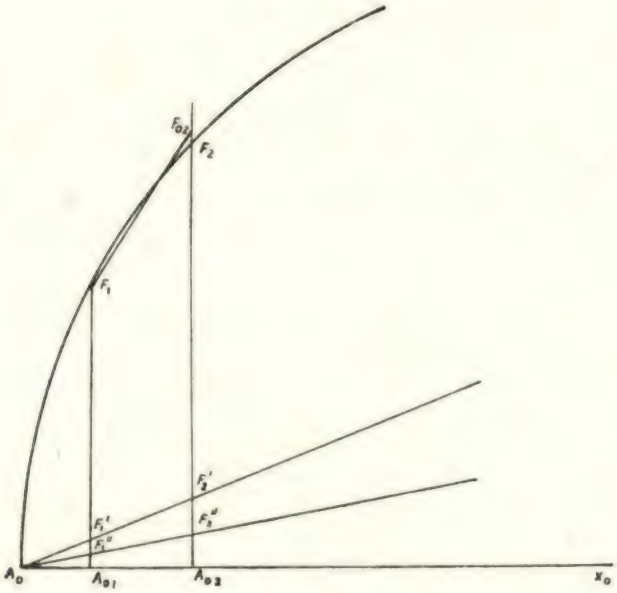


Fig. 3

Traça-se a recta $\overline{F_1 F_{o2}}$; o ponto da zona mais distante desta recta segundo o vertical e situado acima dela é o que corresponde ao menor valor do escorregamento. O escorregamento é sempre dado pela expressão geral.

$$g\,\% = \frac{F' F''}{F F''} \times 100\,\%$$

Para se aplicar o processo ao rendimento, é necessário conhecer os segmentos correspondentes à potência de perdas em vazio nos extremos da zona; isso torna necessário o conhecimento da indução, de onde resulta a inviabilidade do processo nesta altura do cálculo. Conhecidas as perdas em vazio, a construção é semelhante à do escorregamento

II — Formulário

A ordem por que se apresenta o formulário, coincide com a do cálculo no método exposto.

1 — Simbologia

Apresenta-se a seguir uma lista dos símbolos mais usados durante o cálculo. Há símbolos que não fazem parte da lista porque aparecem fortuitamente ou sempre junto da sua significação, há outros que representam duas grandezas diferentes mas sem perigo de confusão.

Os símbolos com índice *1* referem-se ao stator e com índice *2* ao rotor.

B_a — indução máxima no entre-ferro, *Gauss*.

B'_a — indução máx. no e.-f. tomando em consideração o achatamento da curva do campo, *Gauss*

D — diâmetro do induzido, *cm*

d — diâm. da secção de cobre do condutor redondo, *mm*

d — diâm. do veio, *cm*

E — f. e. m. por enrolamento parcial, *Volt*.

e — entre-ferro, *mm*

G_c — peso de cobre, *Kg*

I — corrente no enrolamento, *Amp*

I_{cc} — corrente estatórica, curto-circuito, *Amp*

I_o — corrente em vazio, *Amp*

i — escala das correntes, *A/mm*

k — n.º de cavas

L — comprim. total do induzido, *cm*

L — coeficiente de auto-indução, *Hγ*

L'_2 — coef. de auto-ind. do rotor, reduzido ao stator, *Hγ*

L_{id} — ≃ L — $^1/_2$ espes. total dos can. ventilação, *cm*

l_{cb} — comprimento das cabeças das bobinas, *cm*

≃ 1,8 a 2,2 p_p, no stator

≃ 1,2 a 1,6 p_p, no rotor

m — n.º de fases

m — escala dos momentos, *Kg/mm*

N — rotações por minuto

N — condutores por enrolamento parcial

N' — espiras por enrolamento parcial

n — condutores por cava

P — potência absorvida pelo motor à rede, *watt*

P_c — potência de perdas por efeito de joule, *watt*

P_{Fe} — potência de perdas no ferro, *watt*

P_u — potência útil do motor, no veio, *watt*
p — n.º de pares de polos
p — escala das potências, *watt/mm*
p_p — $= \frac{\pi D}{2 P}$ — passo polar, cm
q — cavas por polo e por fase
q_{cb} — bobinas parciais justapostas na cabeça
R — resistência do enrolamento parcial, Ω
$R'_{\beta 2}$ — resistência do rotor reduzida ao stator, por fase, Ω
r_K — $= \frac{\varepsilon_1 k_1}{\varepsilon_2 k_2}$
S — secção da cava, mm^2
V — tensão por enrolamento parcial, *Volt*
α — $= \frac{1}{2} X'_o \hat{A}_o X_o$ (fig 1)
δ — densidade de corrente, A/mm_2
ε — coeficiente de enrolamento;
= 1 para enrol. em curto-circ.
= 0,96 » » trifásico
= 0,91 » » difásico
η — rendimento
υ — coeficiente de enchimento das cavas em cobre
ϕ — fluxo por polo, *max.*
φ — desfasagem entre a tensão e a corrente

2 — Potência útil do motor

Em muitos dos casos do problema que estamos a tratar, a potência útil a pedir ao motor é conhecida; trata-se normalmente de remodelar um ou os dois enrolamentos de um motor mantendo, das características da chapa, em especial a potência. Querendo no entanto saber-se a potência que o motor com um determinado ferro pode desenvolver, tem que se estudar a sua refrigeração; a potência útil será função da máxima potência de perdas que é possível consentir sem elevação demasiada de temperatura.

Para simplificar, pode considerar-se que a potência de perdas eliminada à temperatura máxima admitida, é função de P_u e do produto DL; considere-se, por outro lado, a potência de perdas função de P_u. Igualando as duas expressões, obtemos P_u em função de DL; não será uma função bem definida, porque as antecedentes o não eram também. A sua representação gráfica correcta será não uma curva mas uma faixa.

A curva da fig. 4 contém os pontos médios dessa faixa. Foi traçada utilizando valores observados em motores já construídos. Como se conclui do que ficou dito, não dá com rigidez a potência correspondente a determinado ferro; mas pode indicar mais do que uma ordem de grandeza. Aplica-se a motores abertos; para motores fechados com ventilação exterior deve tomar-se cerca de 50 % da potência indicada se a carcaça é lisa, e ~ 70 % se a carcaça tem nervuras para arrefecimento.

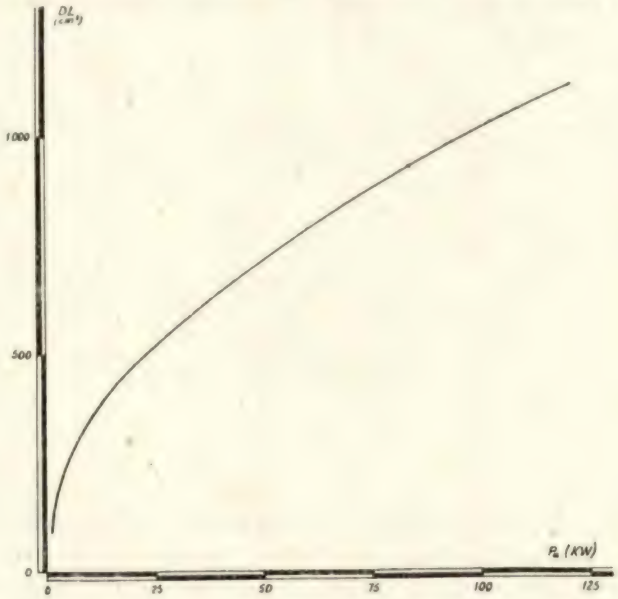


Fig. 4

Tem que se atender também ao diâmetro do veio:

A extremidade do veio que se destina à transmissão da potência mecânica, segundo as normas DIN deve ter um diâmetro

$$d = 2{,}6 \text{ a } 2{,}8 \sqrt[4]{\frac{P_u}{N}} \text{ cm}$$

em que:

coefic. 2,6 para $P_u = 1$ Kw
coefic. 2,8 para $P_u = 100$ Kw

Modificando a expressão, temos:

$$\boxed{P_u = \left(\frac{d}{2{,}6 \text{ a } 2{,}8}\right)^4 \times N \text{ watt}}$$

Não se deve exigir do motor uma potência útil superior à dada por esta expressão

3 — Coeficientes de auto-indução

O coeficiente de auto-indução do stator ou do rotor bobinado tem por expressão

$$L = \frac{2,4}{10^8} \times q \times \frac{p'^2}{p} \times L_{id} \times$$

$$\times \left(\lambda_R + \frac{\lambda_c}{2} + \frac{l_{cb}}{L_{id}} q_{cb} \lambda_{cb}\right) \times n^2 \ldots\ldots \quad (5)$$

em que [1] o 1.° termo se refere à dispersão nas cavas, o 2.° à dispersão nos topos dos dentes e o 3.° à dispersão nas cabeças das bobinas.

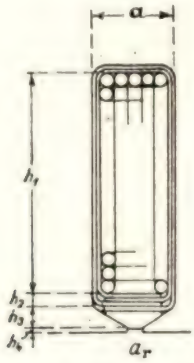


Fig. 5

Na expr. (5), p' representa o n.° de grupos de bobinas em série, havendo $^P/_{P'}$ em paralelo; e os coeficientes têm por valor:

λ_R: Em cavas rectangulares

$$\lambda_R = \frac{h_1}{3a} + \frac{h_2}{a} + \frac{h_3 \times 2,3}{a + a_r} + \frac{h_4}{a_r}$$

em que as letras têm o significado que se lhes dá na fig. 5; esta expressão é substituível, embora com menos rigor, pelos valores dados pelo ábaco da fig. 6 em função da relação: profund. da cava / largura média da cava.

Em cavas redondas:

$$\lambda_R = 0,623 + \frac{h_4}{a_r}$$

onde as letras mantêm o significado anterior

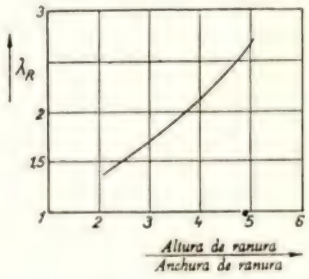


Fig. 6

λ_c: É dado pela expressão

$$\lambda_c \simeq \frac{t' - (a_{r_1} + a_{r_2})}{6\,e}$$

onde t' representa o menor passo de dentadura (do stator ou do rotor) e a_{r_1} e a_{r_2} representam as aberturas das cavas do stator e do rotor, tudo em mm.

λ_{cb}: Pode fazer-se

$$\lambda_{cb} = 0,33$$

* * *

O coeficiente de auto-indução do rotor em curto-circuito reduzido já às condições do stator, é

$$L'_2 = \frac{2,4}{10^8} \times q_1 \times \frac{p'^2}{p} \times L_{id} \times$$

$$\times \left(\lambda_{r_2} + \frac{\lambda_c}{2} + \frac{\lambda_{cc}}{L_{id}}\right) \times n^2_1 \times r_K \ldots\ldots \quad (6)$$

As grandezas que aparecem agora de novo têm por valor:

$$\lambda_{cc} = \frac{0,058 \times D_{an} \times k_2}{p^2} \times \log\left(2,4 \times \frac{D_{an}}{a + b}\right)$$

em que D_{an} representa o diâmetro médio dos anéis de curto-circuito e a e b os lados da secção dos referidos anéis, tudo em cm; r_K:

$$r_K = \frac{\varepsilon_1 \times k_1}{\varepsilon_2 \times k_2}$$

---

[1] Esta expressão, bem como outras que a seguir se apresentam sem dedução, são clássicas na teoria do motor assíncrono; podem encontrar-se sob a forma por que são apresentadas, no tomo VI da «Escuela del Tecnico Electricista», donde também foram tiradas as figuras 5 e 6.

onde os coeficientes de enrolamento, ε_1 e ε_2, têm por valor:

$\varepsilon = 1$ para enrol. em curto-circuito
$\varepsilon = 0{,}96$ para trifásico
$\varepsilon = 0{,}91$ para difásico

Das expressões (5) e (6) conclui-se que a reactância por fase do stator vale:

$$\boxed{\omega L_1 + \omega L'_2 = (K'_{L_1} + K'_{L_2}) \times n_1^2\ \Omega}$$

sendo K_{L_1}, dado por:

$$K'_{L_1} = \frac{7{,}5}{10^6} \times q_1 \times \frac{p'^2}{p} \times L_{id} \times$$
$$\times \left(\lambda_{R_1} + \frac{\lambda_c}{2} + \frac{l_{cb_1}}{L_{id}} \times q_{cb_1}\, \lambda_{cb}\right) \ldots\ldots (7)$$

e K'_{L_2}, em rotor bobinado por:

$$K'_{L_2} = \frac{7{,}5}{10^6} \times q_1 \times \frac{p'^2}{p} \times L_{id} \times$$
$$\times \left(\lambda_{R_2} + \frac{\lambda_c}{2} + \frac{l_{cb_2}}{L_{id}} \times q_{cb_2} \times \lambda_{cb}\right) \times r_K \quad (8)$$

e em rotor em curto-circuito por:

$$K'_{L_2} = \frac{7{,}5}{10^6} \times q_1 \times \frac{p'^2}{2} \times L_{id} \times$$
$$\times \left(\lambda_{R_2} + \frac{\lambda_c}{2} + \frac{\lambda_{cc}}{L_{id}}\right) \times r_K \ldots\ldots (9)$$

Como se vê, tanto K'_{L_1} como K'_{L_2} são determináveis *à priori*.

4 — Resistência eléctrica do enrolamento

A potência de perdas por efeito de Joule num condutor pode ser expressa em função do seu peso e da densidade de corrente; com efeito

$$P_c = R\, I^2 = \rho \times \frac{l}{s} \times \delta^2 \times s^2$$

$$P_c = \frac{\rho}{p_e} \times (p_e \times l \times s) \times \delta^2 = \frac{\rho}{p_e} \times G \times \delta^2$$

Para o cobre, de resistividade a 50° C

$$\rho_{50} = 1{,}98 \quad \Omega\ cm^2/cm$$

e peso específico

$$p_e = 8{,}9 \times 10^{-3}\ Kg/cm^3$$

a expressão toma a forma

$$P_c \simeq 2{,}25 \times G_c \times \delta^2 \text{ watt} \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

* * *

Resistência por fase do stator:

Atendendo à expressão (10), R_1 será dada por

$$3\, R_1\, I_1^2 = 2{,}25\, G_{c1}\, \delta_1^2$$

$$R_1 = \frac{2{,}25\, G_{c1}\, \delta_1^2}{3\, I_1^2} = \frac{0{,}75\, G_{c1}\, \delta_1^2}{\left(\frac{\nu_1 S_1 \delta_1}{n_1}\right)^2}$$

$$\boxed{R_1 = \frac{0{,}75\, G_{c1}}{(\nu_1 S_1)^2} \times n_1^2\ \Omega} \ldots\ldots (11)$$

O valor a adoptar para coeficiente de enchimento da cava em cobre, ν_1, é indicado no capítulo a seguir; o peso do cobre do stator, em Kg, é dado pela expressão.

$$G_{c_1} = \nu_1 \times S_1 \times (l_{cb_1} + L) \times 8{,}9 \times$$
$$\times k_1 \times 10^{-5}\ Kg$$

em que as grandezas estão expressas nas unidades indicadas na simbologia.

* * *

Resistência do rotor reduzida ao stator, por fase:

Atendendo ainda à expressão (10), R'_2 será dada por

$$3\, R'_2\, I_1^2 = 2{,}25\, G_{c_2}\, \delta_2^2$$

$$R'_2 = \frac{2{,}25\, G_{c_2}\, \delta_2^2}{3\, I_1^2} \simeq \frac{0{,}75\, G_{c_2}\, \delta_2^2}{\left(\frac{1}{0{,}9}\right)^2 \times I_2^2} \times \left(\frac{\varepsilon_1 k_1 n_1}{\varepsilon_2 k_2 n_2}\right)^2$$

visto que é

$$I_2 \simeq 0{,}9 \times \frac{\varepsilon_1 k_1 n_1}{\varepsilon_2 k_2 n_2} \times I_1$$

E atendendo a que I_2 também é dada por

$$I_2 = \frac{\nu_2 S_2 \delta_2}{n_2}$$

resulta

$$\boxed{R'_2 \simeq \frac{0{,}6\ G_{c_2}}{(\nu_2\ S_2)^2} \times r_K^2 \times n_1^2\ \Omega} \quad . \ . \ (12)$$

Para rotor bobinado, a expressão que dá G_{c_2} é análoga à que dá G_{c_1}

$$G_{c_2} = \nu_2 \times S_2\ (l_{cb_2} + L) \times 8{,}9 \times k_2 \times 10^{-5}\ \text{kg}$$

Para rotor em curto-circuito, a utilização da expressão (12) pressupõe igual densidade de corrente nas barras e nos anéis de curto-circuito; a determinação do peso de cobre é imediata, conhecidas as dimensões das barras e dos anéis.

* * *

Das expressões (11) e (12) conclui-se que a resistência total equivalente, por fase, é

$$\boxed{R_1 + R'_2 = (K'_{R_1} + K'_{R_2}) \times n_1^2\ \Omega}$$

em que K'_{R_1} e K'_{R_2} só dependem de grandezas conhecidas inicialmente ou determináveis, tendo por expressões:

$$K'_{R_1} = \frac{0{,}75\ G_{c_1}}{(\nu_1\ S_1)^2} \quad \ldots\ldots\ldots \ (13)$$

$$K'_{R_2} = \frac{0{,}6\ r_K^2\ G_{c_2}}{(\nu_2\ S_2)^2} \quad \ldots\ldots\ldots \ (14)$$

5 — Coeficientes de enchimento

O coeficiente de enchimento da cava em cobre pode ser expresso por um produto de 3 factores:

$$\nu = \frac{1}{k\nu} \times \frac{S - s}{S} \times \frac{\frac{\pi\ d^2}{4}}{(d + a)^2}$$

Pela forma do 3.º factor, esta expressão refere-se a enrolamentos de condutor redondo.

O 1.º factor tem em conta as folgas de montagem e a arrumação imperfeita dos condutores na cava. Normalmente, $k\nu$ anda à volta de

$$k\nu \simeq 1{,}2$$

O 2.º factor refere a diminuição da secção útil da cava devida ao isolamento em relação ao ferro. Para o caso das baixas tensões de alimentação, a secção total deste isolamento por cava, anda por

$$s \simeq (1 + 2)\ h_u + (1 + 2)\ a \quad \text{mm}^2$$

$$s \simeq 2h_u + 3\ a \quad \text{mm}^2$$

em que, nas notações da fig. 5; é

$$h_u \simeq h_1 + h_2 + 1 \quad \text{mm}$$

Como é aproximadamente

$$h_u \simeq 3{,}5\ a$$

O 2.º factor transforma-se em

$$\frac{S - s}{S} \simeq 1 - \frac{10}{h_u}$$

O 3.º factor tem em conta o efeito do isolamento próprio de cada condutor sendo *a* o aumento de diâmetro daí resultante, e ainda os vazios provocados pela aglomeração de condutores redondos. A sobreespessura devida ao isolamento, com isolamentos normais de 2 camadas de algodão ou de 1 camada de algodão e outra de papel, para diâmetros de condutor usuais, pode computar-se em

$$a \simeq 0{,}1\ d$$

Em motores de pequena potência, digamos até cerca de 2 a 3 CV em que teremos de fazer um enrolamento com muitas espiras (o fluxo por polo é muito pequeno) costuma utilizar-se fio de cobre esmaltado, e e então a sobreespessura é menor,

$$a_{esm.} \simeq 0{,}05\ d$$

O 3.º factor resulta, assim:

$$\frac{\frac{\pi\ d^2}{4}}{(d + a)^2} \simeq \frac{\pi}{1{,}1 \times 4} = 0{,}71 \quad \text{para motores ate 2 a 3 CV}$$

$$\simeq \frac{\pi}{1{,}21 \times 4} = 0{,}65 \quad \text{para os restantes motores}$$

O coeficiente de enchimento, para enrolamentos de baixa tensão em condutor redondo, pode ser dado, portanto, por

$$\boxed{\nu \simeq 0{,}55 \left(1 - \frac{10}{h_u}\right)} \quad \ldots\ldots (15)$$

ou para motores pequenos por

$$\boxed{\nu \simeq 0{,}6 \left(1 - \frac{10}{h_u}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots (16)$$

se se usar fio esmaltado.

Usando barras isoladas o 3.º factor vem multiplicado quase por $\frac{4}{\pi}$, mas o 1.º factor, se não se tiver cuidado em determinar a secção mais conveniente das barras, pode tomar um valor muito baixo; em média, pode tomar-se a expr. (16) para enrolamentos em barras isoladas.

6 — Valores de curto-circuito

Atendendo às expressões da reactância e da resistência totais por fase anteriormente deduzidas, e à relação entre n_1 e B_a

$$n_1 = \frac{K_n}{B_a}$$

a expressão da impedância de curto-circuito é

$$Z_{cc} = \frac{1}{B_a^2}\sqrt{(K_{L_1} + K_{L_2})^2 + (K_{R_1} + K_{R_2})^2}$$

$$\boxed{Z_{cc} = \frac{1}{B_a^2}\sqrt{K_L^2 + K_R^2}}$$

Na expressão anterior, é

$$K_L = (K'_{L_1} + K'_{L_2})\sqrt{K_n}$$

$$K_R = (K'_{R_1} + K'_{R_2})\sqrt{K_n}$$

em que as várias constantes são dadas pelas expressões n.os (7), (8), (9), (13), 14 e (18).

As grandezas dadas nas expressões (2), (3) e (4) utilizadas no método de cálculo, também se calculam fàcilmente

$$\boxed{I_{cc} = \left(V/\sqrt{K_L^2 + K_R^2}\right) \times B_a^2} \quad \ldots (2)$$

$$\boxed{\cot \varphi_{cc} = \frac{K_R}{K_L}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\boxed{\frac{\overline{P_{cc}P'_{cc}}}{\overline{P'_{cc}P''_{cc}}} = \frac{K_{R_2}}{K_{R_1}} = \frac{K'_{R_2}}{K'_{R_1}}} \quad \ldots\ldots (4)$$

V representa a tensão por enrolamento parcial.

7 — Arbítrio de I_0, cotg φ_0 e tg 2α

Para módulo de I_o, ao traçar o diagrama circular, podemos tomar cerca de 9 % de de I_{cc} em motores de ~ 1 Kw e 6 % a 5 % em motores de 50 a 100 kw. Quanto ao $\cos \varphi_0$, se chamarmos θ à relação entre I_o e I_1 e fizermos a potência de perdas em vazio igual a $k_o P$, resulta

$$\cos \varphi_o \simeq \frac{k_o \times I_1 . \cos \varphi}{\theta \times I_1} = \frac{k_o \cos \varphi}{\theta}$$

Atendendo aos valores usuais de k_o, $\cos \varphi$ e θ, e tomando a inclinação pelo *cos*, são valores aconselháveis para a *cotg* φ_0: 0,15 a 0,20 em motores de ~ 1 Kw; e ~ 0,08 para 100 Kw.

A expressão de *tg* 2α é

$$\operatorname{tg} 2\alpha \simeq \frac{2 . I_o . \operatorname{sen} \varphi_o . R_1}{V}$$

Chamando $k_{cu_1} . P$ às perdas no cobre do stator e mantendo θ o seu anterior significado, resulta:

$$R_1 I_o = 3 . \theta . k_{cu_1} . V$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha \simeq 6 . \theta . k_{cu_1} . \operatorname{sen} \varphi_o \ldots\ldots (17)$$

E atendendo aos valores usuais de θ, k_{cu_1} e sen φ_0 os valores aconselháveis para $tg\ 2\alpha$ são: ~ 0,1 para 1 Kw; ~ 0,05 para 50 kw; ~ 0,4 para 100 Kw.

8 — Escalas

Desenhado o diagrama de Ossana e escolhido nele o ponto de funcionamento F segundo as indicações do cap. I-4 e de acordo com as características de funcionamento desejadas, a escala da potência trifásica fica determinada (fi. 1):

$$\boxed{p = \frac{P_u}{F\,F'} \text{ watt/mm}}$$

A escala das correntes será então

$$\boxed{i = \frac{p}{3\,V} \text{ Amp/mm}}$$

em que V mantém o significado, já dado, de tensão aplicada a cada um dos 3 enrolamentos parciais do stator, em Volt.

Para a escala dos momentos resulta

$$m \times \frac{2\pi}{60} \times 9{,}8 \times N = p$$

$$\boxed{m = \frac{p}{1{,}03\ N} \text{ Kgm/mm}}$$

9 — Enrolamento do stator

N.º de polos, 2 p.

N.º de cavas por polo e por fase (stator trifásico):

$$q_1 = \frac{k_1}{6\,p}$$

Condutores por cava, n_1:

$$\sqrt{2}\,.\,E_1 = \varepsilon_1\,.\,\omega\,.\,N'_1\,.\,\phi\,.\,10^{-8}$$

E_1 é a f. e. m. correspondente à tensão V considerada (valor eficaz)

$$E_1 = 0{,}95 \text{ a } 0{,}98\ V$$

Temos ainda que

$$N'_1 = \frac{1}{2} \times n_1 \times \frac{k_1}{m_1}$$

$$\phi = \frac{2}{\pi} \times p_p \times L_{id} \times B_a \quad \text{max.}$$

De todas estas fórmulas resulta a já conhecida expressão

$$\boxed{n_1 = \frac{K_n}{B_a}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

em que (stator trifásico):

$$K_n = 4{,}2 \text{ a } 4{,}4 \times \frac{V \times 10^6}{k_1 \times p_p \times L_{id}} \quad \ldots\ldots\ (18)$$

Secção de cada condutor, s_{c_1} mm²:

$$\boxed{s_{c_1} = \frac{\varkappa_1\,S_1}{n_1}}$$

No caso de se tratar de condutores redondos, o diâmetro do condutor nu é evidentemente dado por

$$d_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi}\ s_{c_1}}$$

No caso de se tratar de poucos condutores por cava, de secção suficientemente grande para justificar o emprego de barras, é necessário dimensionar estas de maneira a permitir uma boa acomodação na cava, para que o coeficiente de enchimento fixado corresponda à realidade.

Espiras por enrolamento parcial:

$$N'_1 = p\,.\,q_1\,.\,n_1$$

10 — Enrolamento do rotor

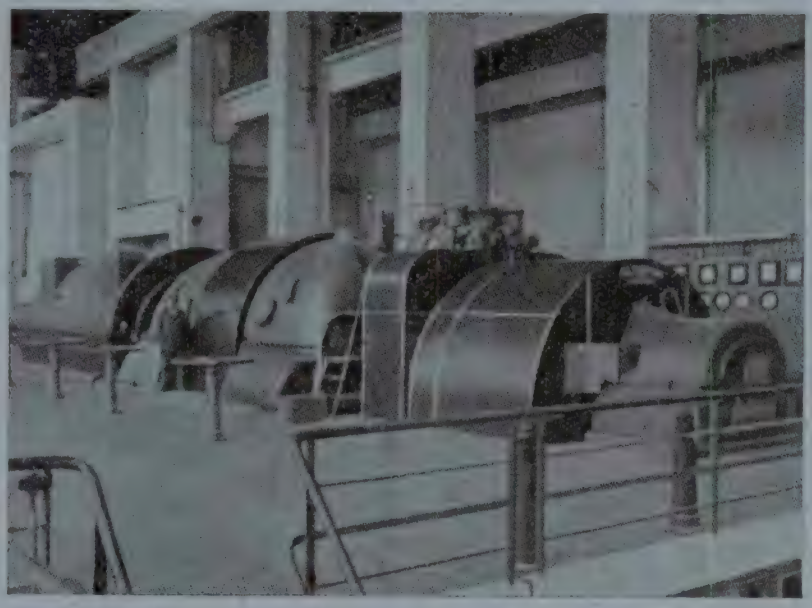
Não se apresentam aqui fórmulas para o cálculo do enrolamento de barras em curto-circuito, mas apenas para o enrolamento de rotor bobinado.

Número de fases, m_2:

Como é óbvio, m_2 deve ser um número inteiro; é expresso por

$$m_2 = \frac{k_2}{2\,p\,q_2}$$

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES & MECANIQUES



Central de Yainville — FRANÇA
Turbo-alternador de 50.000 kW — 10 500 V — 3.000 rpm — 50 Hz.

PRINCIPAIS PRODUTOS DAS FÁBRICAS DE BELFORT

Caldeiras
Turbinas a vapor
Turbinas Hidráulicas
Motores Diesel
Aparelhagem completa para centrais termo e hidráulicas

Alternaderes e dinâmos
Instalações para melhorar o factor de potência
Convertidores
Montagem completa de Postos de Transformação
Mutadores

Motores para corrente alterna
Motores para corrente contínua
De velocidade constante ou regulável
Locomotivas Eléctricas
Aparelhos especiais para várias Indústrias

ALSTHOM

38, AVENUE KLEBER, PARIS (16e) — Tel. PASSY 01.50

DELEGADOS:

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

RUA DOS INDUSTRIAIS, 4-1.° — LISBOA — TEL. 60692-66082

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

PRODUTOS DYRUP

TINTAS E VERNIZES

TIPO AMERICANO

FÁBRICA DE

TINTAS DE SACAVÉM

S. A. R. L.

SACAVÉM—PORTUGAL

TEL. { SACAVÉM 105 / LISBOA 42651 42156

Compram-se os números

10, 24, 31, 34, 36, 38, 39, 41, 45, 56, 58, 67, 68, 85, 86, 88, 89, 93, 95, 96, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 113, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 132, 143, 144, 145, 159,

da "Técnica"

Dirigir-se a esta Redacção

O rotor bobinado pode fazer-se com um número de fases diferente do do stator, mas em geral é também

$$m_2 = 3$$

Cavas por polo e por fase:

$$q_2 = \frac{k_2}{2\,p\,m_2}$$

Espiras por fase, N'_2:

Entre as espiras por fase do rotor e do stator existe a relação imediata

$$\boxed{N'_2 = N'_1 \times \frac{E_2}{E_1}}$$

em que a f. e. m. por enrolamento parcial do rotor, E_2, é desconhecida, mas de fácil arbítrio. Com efeito, é muito larga a banda de valores permitidos pelas normas DIN VDE para tensão entre anéis; de tal maneira, que pràticamente apenas tem que se garantir que a corrente resultante possa passar sem grandes dificuldades construtivas pelas escovas colectoras e pelo reóstato. Como valores usuais médios de tensão entre anéis, pode tomar-se cerca de 150 V a 250 V para motores de 1 Kw a 100 Kw; estes valores referem-se ao caso de rotor parado, e se a ligação for em estrela correspondem a $\sqrt{3} \times E_2$. Depois de determinado o número aproximado de espiras de acordo com a tensão que se quiser entre anéis, deve modificar-se ligeiramente até conseguir um número de condutores por cava que permita um enchimento regular; esta operação torna-se tanto mais necessária quanto mais baixo for o número de condutores por cava.

Corrente no enrolamento, I_2:

A plena carga,

$$\boxed{I_2 = 0{,}9\ \frac{\varepsilon_1\, m_1\, N'_1}{\varepsilon_2\, m_2\, N'_2}\ I_1}$$

Dimensões do condutor:

A secção do condutor, será

$$\boxed{s_{c_2} = \frac{\nu_2\, S_2}{n_2}}$$

em que n_2 vale

$$n_2 = \frac{2\, m_2\, N'_2}{k_2}$$

Se o condutor é em barra, como é vulgar no enrolamento rotórico, devem estudar-se as dimensões dos lados de maneira que o enchimento da cava resulte regular. O valor ν_2 fixado, pressupõe isso mesmo.

11 — Nota final

Nesta altura do cálculo estão já detêrminados os enrolamentos de acordo com o ponto de funcionamento escolhido. Além disso são já conhecidas as características do motor, ou fàcilmente determináveis no diagrama. Constituem excepções os valores de I_l e $\cos\varphi$ que ainda se não podem conhecer com rigor por ter sido arbitrada e não calculada a posição da origem O do diagrama.

Querendo estudar-se o motor e não apenas calcular os enrolamentos que melhor se adaptem às suas dimensões e às nossas conveniências; querendo conhecer com certa exactidão, antes de o mandar bobinar, as características que depois o motor terá, é necessário calcular a corrente em vazio. O formulário para o cálculo de I_o encontra-se em muitas obras (por exemplo no já citado tomo VI da «Escuela del T. Electricista») e não se transcreve aqui pela sua grande vulgarização e por não necessitar ser adaptado ao método exposto.

Fazendo a determinação algébrica do rendimento, convém não esquecer que

$$P_c = (K'_{R_1} + K'_{R_2}).\ n_1^2 .\ I_1^2$$

DO MUNDO TÉCNICO

Estudo teórico da estabilidade das chaminés de equilíbrio com estrangulamento na base

Nota de M. LÉOPOLD ESCANDE,
Director da «École Supérieure d'Electrotechnique et d'Hydraulique» de Toulouse, transmitida à Academia das Ciências de Paris por M. Camichel.

C. D. 532.595

Demonstração da existência de ondas não amortecidas nas chaminés de equilíbrio com estrangulamento que não satisfazem à condição de estabilidade de Thoma. Teoria estabelecida no decorrer do estudo da chaminé de equilíbrio da central Jugoeslava de Jablanica.

1 — Quando uma central funciona isolada numa rede de potência eléctrica constante a acção dos reguladores tende a criar oscilações da superfície da água na chaminé de equilíbrio. A dissipação de energia, devida à perda de carga na galeria constitui um elemento de amortecimento destas oscilações.

Thoma mostrou que essas oscilações se amortecem, se mantêm ou se amplificam indefinidamente conforme o produto $2\,p_o\,h_o$ é superior, igual ou inferior à unidade.

Vamos mostrar que, no caso de chaminés de equilíbrio com estrangulamento este resultado é parcialmente errado: para $2\,p_o\,h_o < 1$, as oscilações não se amplificam indefinidamente, mas apenas se mantêm.

2 — Consideremos, primeiramente, uma chaminé em que houvesse, em vez do estrangulamento real provocando uma perda de carga quadrática $r = r_o\,v^2$, um estrangulamento virtual em que a perda de carga fosse da forma $r = m\,v$, em que m é uma constante.

Examinemos o caso do funcionamento a plena carga, absorvendo as turbinas o máximo caudal de regime permanente Q_o.

Partamos das equações fundamentais seguintes, entre grandezas relativas, com as notações clássicas.

$$v\,\frac{dv}{dz} + \frac{1}{2\pi}\,\frac{du}{dt'} + z \pm p \pm r = 0$$

$$z = x - p_o \qquad p = p_o\,w^2 \qquad r = r_o\,v^2 \qquad (1)$$

$$u = 1 - \frac{p_o}{h_o} - \frac{z_o}{h_o} + \frac{r}{h_o}$$

e substituamos $r = r_o\,v^2$ por $r = m\,v$.

Deduzimos, com as mesmas aproximações que na teoria de Thoma, a equação diferencial linear de segunda ordem, com coeficientes constantes:

$$(h_o - m)\,\frac{d^2x}{dt'^2} + 2\pi\,[2\,p_o h_o - 1 + m\,(h_o - 2\,p_o)]\,\frac{dx}{dt'} + 4\,\pi^2\,(h_o - 2\,p_o)\,x = 0$$

Limitemo-nos ao caso ($2\,p_o\,h_o < 1$) das chaminés de equilíbrio que não satisfazem à condição de Thoma. Tenhamos em linha de conta as condições:

$$h_o > 1 \qquad h_o - m > 0 \qquad h_o - 2\,p_o > 0$$

sempre verificadas na prática. A discussão da equação diferencial conduz às seguintes conclusões:

— para $m < r_1$: oscilações amplificadas indefinidamente.

— para $m = r_1$: oscilações que se mantêm, com o período de $\dfrac{\sqrt{h_o^2 - 1}}{h_o - 2\,p_o}$.

— para $r_1 < m < r_2 = r_1 + \dfrac{2\,(h_o - 1)}{h_o - 2\,p_o}$: oscilações amortecidas.

— para $m > r_2$: amortecimento sem oscilação, fazendo

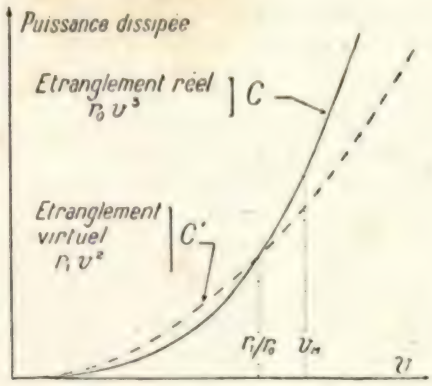
$$r_1 = \frac{1 - 2\,p_o\,h_o}{h_o - 2\,p_o} \qquad (2)$$

Desta discussão geral, notaremos apenas que a amplitude de oscilações:

se amplifica indefinidamente para	$r < r_1$
se amortece e desaparece para . .	$r > r_1$
se mantém constante para	$r = r_1$

Portanto, o estrangulamento virtual limite correspondente a uma perda de carga $r = r_o\,v$, cria um amortecimento das oscilações que, associado ao provocado pela perda de carga na galeria, equilibra exactamente a acção amplificadora do regulador, donde resulta uma conservação pura e simples das oscilações, sem amplificação nem amortecimento.

3 — Voltemos ao estrangulamento real ($r = r_o v^2$), provocando uma perda de potência $r v = r_o v^3$ e comparemos a sua acção à que seria produzida o estrangumento virtual limite ($r v = r_1 v^2$) correspondente à conservação das oscilações.



Se surge uma pequena oscilação a curva C (v, r_o, v^3) ficando abaixo da curva C' ($v_1 r_1, v^2$) até o ponto de intersecção $\left(r_1/r_o, r_1^3/r_o^2\right)$ destas duas curvas (fig. 1), a perda de energia no estrangulamento real é insuficiente para neutralizar a acção do regulador. A amplitude de v aumenta progressivamente, ultrapassa r_1/r_o, abcissa do ponto de intersecção de c e c' e fixa-se num valor v_M tal que, durante cada período, a perda de energia no estrangulamento real seja a mesma que no estrangulamento virtual considerado:

$$\int_0^T r_o v^3 \, dt = \int_0^T r_1 v^2 \, dt \qquad (3)$$

Portanto, ao contrário, duma oscilação inicial de muito grande amplitude e considerando da mesma forma o balanço energético, constata-se que um amortecimento intervém primeiramente até o momento em que se atinge o regime de oscilações conservadas que acaba de ser definido.

4 — Se, em primeira aproximação, as oscilações são supostas sinusoidais ($v = v_M \operatorname{sen} \omega t$), a condição de equivalência energética (3) dá:

$$v_M = 1{,}18 \frac{r_1}{r_o} = 1{,}18 \frac{1 - 2p \; h_o}{h_o - 2p_o} \qquad (4)$$

5 — Em conclusão: numa chaminé de equilíbrio com estrangulamento de secção inferior ao valor limite de Thoma, a teoria permite concluir a existência de oscilações que se mantêm, pondo em jogo uma amplitude v dada, em primeira aproximação, pela expressão (4).

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 621.396

Radioelectricidade Elementar. Autor: *Jorge Ramos Pereira.* Editor: Livraria Luso-Espanhola, Ltd.ª, 1952.

Este livro é, na realidade, um Tratado prático de Radioelectricidade para Telecomunicações em que os problemas são atacados sistemàticamente pelo lado do seu significado físico e de interesse prático de que se revestem. Sente-se a preocupação do Autor em evitar abordar os assuntos sob o ponto de vista matemático, certamente para tornar o livro acessível a pessoas com preparação matemática elementar. Duma maneira geral os assuntos ganham assim em clareza e interesse prático, sem perderem em correcção e rigor.

A longa experiência do autor, quer como Especialista em assuntos de rádio, quer como Professor e como Director de Serviços (desde alguns anos que exerce o lugar de Director dos Serviços de Electricidade e Comunicações do Ministério da Marinha) sente-se constantemente no livro pela objectividade com que os assuntos são tratados e pela oportunidade das observações de carácter prático feitas a propósito de todos os assuntos.

Há a notar que a terminologia usada é a seguida pelos Serviços de Rádio do Ministério da Marinha e é algumas vezes diferente da que é usada correntemente. Não há contudo possibilidades de confusão e seria apenas de desejar que, no nosso País, se fizesse uma normalização dos termos a usar em Radioelectricidade.

No primeiro capítulo do livro apresentam-se, com generalidade, as ideias básicas relativas a comunicações radioeléctricas. Nos dois capítulos seguintes definem-se, sob um ponto de vista físico e matemático elementares, as propriedades dos condensadores e bobinas com especial destaque para o aspecto construtivo e de utilização prática destes componentes. Nos quatro capítulos que se seguem apresentam-se os conceitos fundamentais sobre teoria de circuitos em C. A., produção de oscilações de alta frequência e irradiação, propagação e recepção de ondas electromagnéticas. Deve ter sido nestes 4 capítulos que o Autor teve maior dificuldade em não utilizar a ferramenta matemática e em tornar acessíveis estes assuntos sob o ponto de vista prático. Gostámos especialmente dos três capítulos seguintes sobre tubos electrónicos, o primeiro sobre propriedades gerais, o segundo sobre circuitos de detecção e amplificação e o terceiro sobre osciladores. Há a notar que sistemàticamente se dão as ordens de grandeza dos componentes usados nos circuitos e se chama a atenção do leitor para os pontos de maior interesse prático.

Os dois *capítulos* seguintes são dedicados respectivamente a Receptores e a Emissores rádio-eléctricos sendo dado um desenvolvimento maior ao estudo dos Emissores. Este Capítulo refere-se ainda a diferentes tipos de modulação e aos sistemas usados em comunicações radiotelegráficas e radiotelefónicas. O último capítulo do livro refere-se a Radiogoniometria e é sobretudo de interesse para técnicos especializados em rádio-ajudas para navegação marítima e aérea.

Há ainda a notar que, no fim de alguns capítulos se inclui um conjunto de problemas. A informação dada em Apêndice é de nítido interesse prático. Nota-se a falta de um Índice Alfabético que seria de interesse neste livro.

Sob o ponto de vista gráfico é boa a apresentação. Cremos contudo que haveria vantagem em, em futuras edições, incluir nos topos das páginas, o número e título do capítulo respectivo.

Em resumo, trata-se de um tratado, de carácter prático de interesse fundamental para técnicos e engenheiros que se dediquem a problemas de radioelectricidade. Para estudantes de Engenharia tem a grande vantagem de focar em grande extensão, o aspecto prático dos assuntos que não pode, em geral, ser abrangido pelos Cursos Universitários.

Lisboa, 11 de Junho de 1952

A. A de Carvalho Fernandes

C. D. 621.385.833

«Elements d'optique electronique». *Gaston Dupony.* Editor: Armand Colin, 103, Boulevard Saint Michel, Paris, pág. 218.

É dos poucos trabalhos sobre óptica electrónica, um dos mais recentes, que dêem uma visão de conjunto suficientemente didática sobre os problemas deste ramo da técnica.

Estrutura-se o desenvolvimento do livro nas mais modernas concepções da Física — mecânica ondulatória, onda associada ao electrão — referidas em clareza numa introdução breve, de cerca de vinte páginas.

São estudados os principais tipos de lentes electrónicas — electostáticas e magnéticas — a partir da determinação da trajectória dos electrões em diversas formas do campo eléctrico e magnético, cujos principais métodos de prospecção são descritos.

Um estudo comparativo das lentes de vidro e lentes electrónicas põe em relevo as suas analogias e diferenças, que podem ser apreciadas em pormenor pela descrição sistemática das suas caraterísticas—parâmetros geométricos, relação entre a posição do objecto e a posição

ÓLEOS PERFEITOS PARA LÃS

Os S/V Woolrex, quando usados nas graduações adequadas ao fim em vista, contribuem, de várias maneiras, para um fabrico económico e perfeito.
A sua grande estabilidade, no tratamento da lã, assemelha-se à do azeite de boa qualidade — mas por preço muito inferior.
A acção penetrante dos S/V Woolrex permite-lhes embeber completamente as fibras que, bem lubrificadas, dão ao fio resistência excepcional, com um desperdício mínimo.
Finalmente, o S/V Woolrex adequado é sempre de fácil lavagem, dando maior economia de sabão.
A Secção Técnica da Socony-Vacuum está às ordens de V. Ex.ª

S/V WOOLREX OIL

ÓLEOS PERFEITOS PARA LÃS

SOCONY-VACUUM PORTUGUESA S. A. R. L.

2316

da imagem, modificação dos resultados obtidos por modificação da forma do campo, etc.

As referências são documentadas com quadros de valores numéricos e exemplos concretos muito esclarecedores.

Termina este interessante trabalho por a descrição do microscópio electrónico suas possibilidades e limitações com a resenha muito completa das suas aplicações à Metalografia, Geologia e Petrografia, Biologia, Bacteriologia, etc., etc.

A ampla bibliografia inserta no final dá-nos a garantia do cuidado que mereceu ao seu autor esta obra, cuja leitura aconselhamos a todos que pretendam ocupar-se da estruturação em bases firmes, da técnica de utilização destes dispositivos.

M. A. M.

FICHEIRO

LIVROS

C. D. 389.6 (69) 3

Modulação das construções — *A. V. Garcia.*
Laboratório de Engenharia Civil, 1952, vol. 1 págs. 23.

C. D. 517.5

Theory of reproducing Kernels — *N. Aronszajn.*
Harvard University, Department of Engineering, 1950-51, vol. 1, págs. 68.

C. D. 532.51

Determination of ascially segmmentric flow patteins of a compressible fluid — *Bergman.*
Harvard University, 1950-51, págs. 13.

C. D. 621.3.025

Principles of Alternating Currents — *Sluckin.*
Cleaver Hume Press Ltd., págs. 312.

C. D. 621.396

Radioelectricidade elementar — *Jorge Ramos Pereira.*
Luso-Espanhola, 1952, vol. 1, págs. 681.

C. D. 693.62:624.025.3

O Problema do Desprendimento de Ladrilhos.
Laboratório de Engenharia Civil, 11-951, vol. 1, págs. 14.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 339 : 341

L'organizzazione internazionale del lavoro nel dopoguerra: le commissioni d'industria — *Giovanni Gallone.*
Revista del Lavoro, 3-952, ano 2, n.º 3, págs. 124-135.

C. D. 351.82

Protection of Trade Secrets and Methods.
Engineering, 18-1-952, vol. 173, n.º 4486, págs. 85-86.

C. D. 385.4 (06) (44)

Exposition du «Porte à Porte» réalisée par la Societé Nationale des Chemins de Fer Français.
Une présentation intéressante de containers et d'autre matériel, construits pour supprimer le transbordement rail-route.
Bulletin du Congrès des Chemins de Fer, 4-952, vol. 28, n.º 4, págs. 247-250.

C. D. 532.555/6

The Llantisilio Canal Venturi Meter—*Lindford, Peacock.*
Civil Engineering, 11-951, vol. 46, n.º 545, págs. 848-851.

C. D. 533.6.01 : 534.01

Influence de la suspension dans un essai de vibrations au sol — *Eng. A. Schindler.*
La Recherche Aéronautique, 11 e 12-951 n.º 24, págs. 61-66.

C. D. 537.228.1

Determinação das constantes piezoelectricas dalguns cristais isomorfos — *F. P. Spitzer.*
Electrical Communication, 12-951, vol. 28, n.º 4, págs. 300-304.

C. D. 62.001.5

Sul metodo per importare e sviluppare le ricerche nell'industria — *A. Scortecci.*
La Metallurgia Italiana (Atti Notizie) 1-952, vol. 44, n.º 1, págs. 23-24.

C. D. 620

Chile — Recursos de energia.
Dyna, 12-951, n.º 12, págs. 375-377.

C. D. 620.124.41

L'essai de pliage — *J. A. Lemaine.*
Arcos, 7-951, vol. 28, n.º 122, págs. 3059-3074.

C. D. 621.311.2.002.52

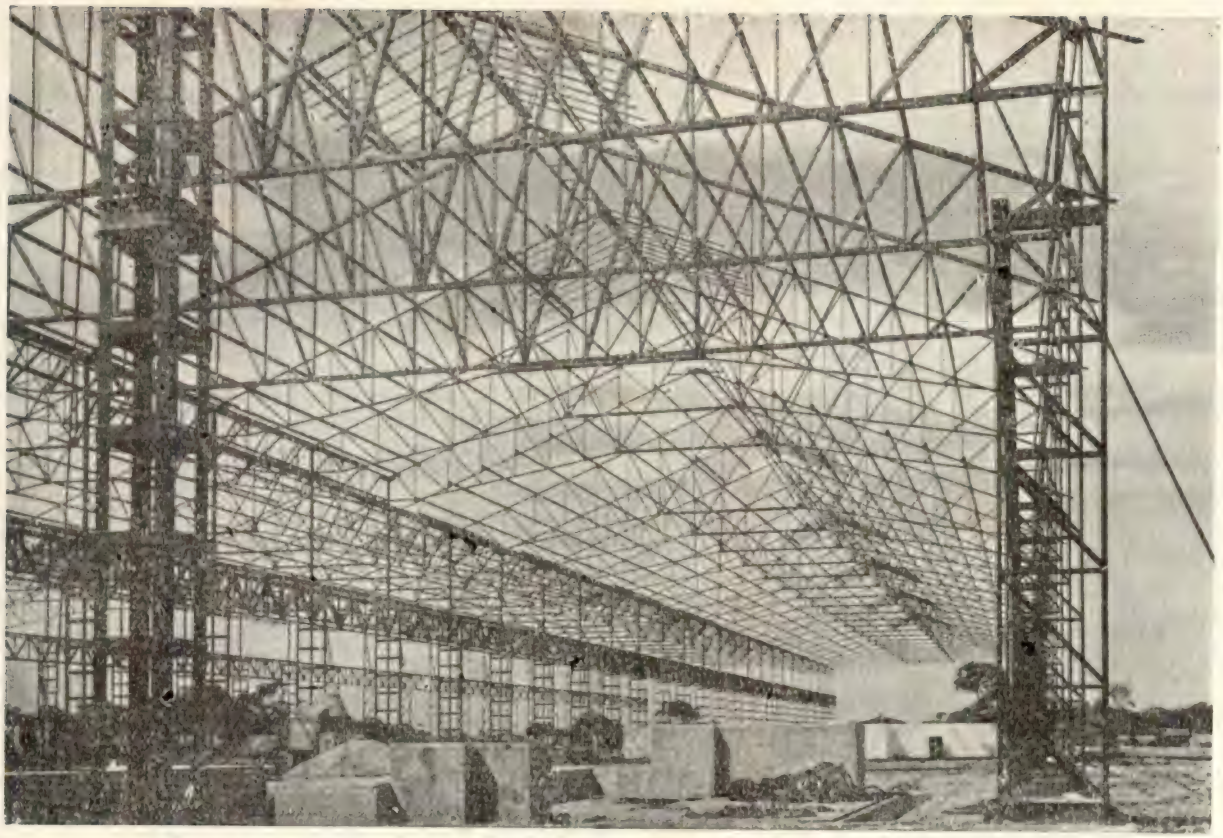
Tendences dans les équipements electriques des centrales thermiques américaines — *J. Estrabant*
Electricité, 3-952, n.º 181, págs. 50-57.

C. D. 621.311.22:621.165.2

High-Pressure Steam Generators at the Dieppedall e Power Station, France
Engineering, 28-3-952, vol. 173, n.º 4 496, págs. 385 a 388.

C. D. 621.313.322.002.2

L'evolution de la construction des alternateurs à grande puissance — *Pierre Devaux*
Electricité, 3-952, n.º 181, págs. 64-70.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela OMES, Lusitana (Antiga OMES)

Executada por

OMES

OBRAS METÁLICAS ELECTRO-SOLDADAS, L.DA

Nesta oficina executam-se também os seguintes outros trabalhos:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 39008

C. D. 621.317.736:621.316.13.027.2

La méthode dite «du miliampèremètre de 2.000 ohms» — *Marcel Villain*

Electricité, 3-952, n.º 181, págs. 59-63.

C. D. 621.296.823

Supressão de parasitas causados pelos interruptores — *José Mariano Ferreira*

Revista do Sindicato Nac. dos Eng. Aux., 1 e 2-952, ano 7, n.ºs 73-74, págs. 12-15.

C. D. 621.397.61

Kirk O'Shotts Television Transmitter

Engineering, 21-3-952, vol. 173, n.º 4495, págs. 361-363.

C. D. 621.431.72 (45)

Autorails italiens de grande puissance

Bulletin de l'Association Internationale du Congrés des Chemins de Fer, 12-951, vol. 28, n.º 12, págs. 862-864.

C. D. 621.716.74

Rapporto sulle sofiature — *G. Somigli*

La Metallurgia Italiana, 12-951, vol. 43, n.º 12, págs. 530-542.

C. D. 621.791.052 : 620.179.2

Considerations sur la soudabilité des aciers.

Philips Industrie, Março e Junho, 1951, n.ºs 10 e 11, págs. 17-23 e 3-5.

C. D. 625.162:656.254

A. — Quelles sont les dispositions nouvelles prises en matière de sécurité à la traversée à niveau des voies ferrées par la route, en raison de l'intensité, du tonnage et de la vitesse élevés de la circulation routière ?
B. — Cas des traversées à niveau des voies ferrées par la route lorsque celle-ci est suivie par un chemin de fer suburbain ou urbain — *M. A. Donizeau.*

Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de Fer, 3-952, vol. 29, n.º 3, págs. 195-250.

C. D. 625.236 (42)

Washing Plant for Railway Vehicles.

Engineering, 15-6-951, vol. 171 n.º 4455, pág 738.

Com gravuras.

C. D. 625.25

Nouveaux robinets de mécanicien et distributeurs pour locomotives et automotrices modernes — *S. Keller.*

Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de Fer, 3-952, vol. 29, n.º 3, págs. 251-253.

C. D. 627.811

Obras de Hidráulica Agrícola em Portugal — Obra n.º 4 — Rega dos campos de Burgães — *António Carvalho — Sant'Ana Alves.*

Rev. do Sindicato dos Eng.ºs Auxiliares, Agentes Técnicos, Março-Abril, 1951, ano 5, n.º 63-64, págs. 50-55.

C. D. 629.13.012

Remplacement of masses and areas by equivalent particles — *G. R. Brailsforce.*

Aircraft Engineering, 11-951, vol. 23, n.º 273, págs. 330-333.

C. D. 629.13.012.9

Water systems in Civil Aircraft — *C. H. Cumberland* e *G. S. Bowey.*

Aircraft Engineering, 11-951, vol. 23, n.º 273, págs. 322-329.

C. D. 669.14 : 545.8 : 546.76.566

The use of the spelker photoelectric absorptiometer fer precision measurements — *F. F. Pollak* e *I. W. Micheles.*

Metallurgia, 12-951, vol. 44, n.º 266, págs. 319-326

C. D. 669.18.004

Osservazioni sui criteri di scelta degli acciai speciali — *Angelo Bellini.*

La Metallurgia Italiana, 12-951, vol. 43, n.º 12, págs. 599-602.

C. D. 669.183.2/3

Sobre revestimento dos fornos Siemens-Martin : Considerações sobre factores a confrontar entre revestimento ácido e bórico — *A. Scortecci e F. Savioli.*

La Metallurgia Italiana, 12-951, vol. 43, n.º 12, pág. 521-525.

C. D. 669.225 : 545.31

Analysis of Silver Solders by Electrodeposition — *George Norwitz.*

Metallurgia, 11-951, vol. 44, n.º 265, págs. 276.

C. D. 669.3 + 669.35.002

Copper and Copper Alloys — A Survey of Technical Progress during 1951 — *E. Voce.*

Metallurgia, 12-951, vol. 44, n.º 266, págs. 303-307.

C. D. 669.71 : 669.24.863

Platiny Aluminium With Nickel — *A. G. Thomson.*

Metallurgia, 12-951, vol. 44, n.º 266, págs. 308-310.

C. D. 669.715 : 545.3 : 546.76

The Polarographic Determination of Chromium in Certain Aluminium Alloys — *F. C. Mills* e *S. E. Hermon.*

Metallurgia, 12-951, vol. 44, n.º 266, págs. 327-330 e 326.

C. D. 669.721.5.004

Magnesium and its Alloys in 1951 — *R. G. Wilkinson.*

Metallurgia, 12-951, vol. 44, n.º 266, págs. 299-302.

C. D. 69.001.1

Un estudio de arquitectura en Roma — *Luigi Vagnetti*

Informes de la Construcion, 1-952, vol. 4, n.º 37, págs. 139-6.

ZARCÃO
SENTINELA
PORTUGAL
NAVEGAÇÃO
OLARIAS E FAIANÇAS
SENTINELA
PORTUGAL
ESTRUT. METALICAS
CRISTAIS
BATERIAS
CABOS
FABRICADO NOS SEGUINTES TIPOS:
"O"=28-30% PbO2
"AC"=30-32% PbO2
"NS"=33% PbO2
● TODOS OS TIPOS OBEDECEM RIGOROSAMENTE ÀS ESPECIFICAÇÕES INTERNACIONAIS
● FABRICAÇÃO UNIFORME ● EMBALAGENS DE: 50-100 E 250 Kgrs.
FABRICO ELECTRO-QUIMICO
DA
METAL PORTUGUESA, L.DA
SEDE E FÁBRICAS
CASTANHEIRA DO RIBATEJO
ESCRITÓRIOS EM LISBOA
AV. 24 DE JULHO, 54 1.º ESQ.
À VENDA NOS GRANDES ARMAZENISTAS E REVENDEDORES DE DROGAS

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

AZEVEDO & PESSI, L.DA

OFERECEM **EQUIPAMENTO PARA INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS E APARELHAGEM ELÉCTRICA DAS SUAS REPRESENTADAS**

Emile Haefely & Cie., S. A. — Basileia	**Transportadores, Condensadores**
Sprecher & Schuh, S. A. — Aarau	**Aparelhagem eléctrica**
Baume & Marpent, S. A. — Haine-St-Pierre	**Material rolante, Gasómetros**
Heinrich Flottmann, G. m. b. H. — Herne	**Martelos pneumáticos, Compressores**
Salzgitter Maschinen A.-G. — Salzgitter	**Pás mecânicas, Rastilhos perfuradores**
Badische Maschinenfabrik A.-G. — Karlsruhe	**Equipamento para fundições**
Berkefeld Filter Ges. m. b. H. — Celle	**Filtros, Instalações de correcção**
Luke & Spencer, Ltd. — Altrincham	**Amoladoras, Mós**
Eschwerke K.-G. — Duisburgo	**Britadeiras, Trituradoras**
Knapsack-Griesheim A.-G. — Frankfort	**Equipamento de soldadura**
F. Kueppersbusch & Soehne A.-G. — Gelsenkirchen	**Cozinhas, Fogões**
Mench S. A. — Bruxelas	**Equipamento para lavandarias**
Bergedorfer Eisenwerk A.-G. — Hamburgo	**Instalações frigoríficas, Centrais leiteiras**
Seitzwerke A.-G. — Kreuznach	**Máquinas para engarrafamento**
Intexico — Hamburgo	**Metais, Máquinas-ferramentas**
Anton Kaeser — Hamburgo	**Instalações de condicionamento de ar**

FÁBRICA DE PORCELANA DA VISTA ALEGRE, L.DA

Fundada em 1824

POR

José Ferreira Pinto Basto

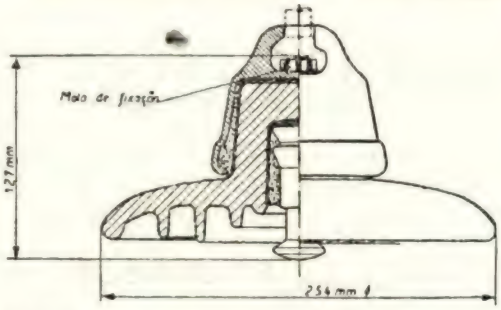
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,3 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Lisboa — Sede: Largo da Biblioteca 17 — **Fábrica em Ílhavo — Aveiro**
Depósitos: Lisboa — Largo do Chiado 18 — **Rua Cândido Reis, 118 — Porto**

ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)

E

FÁBRICAS VULCANO E COLARES

APRESENTAM

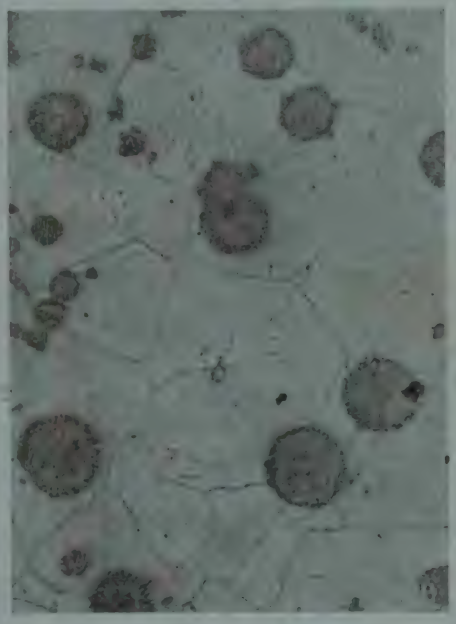
o novo ferro fundido ductil com alta resistência

FERRO GN

(GRAFITE ESFEROIDAL)

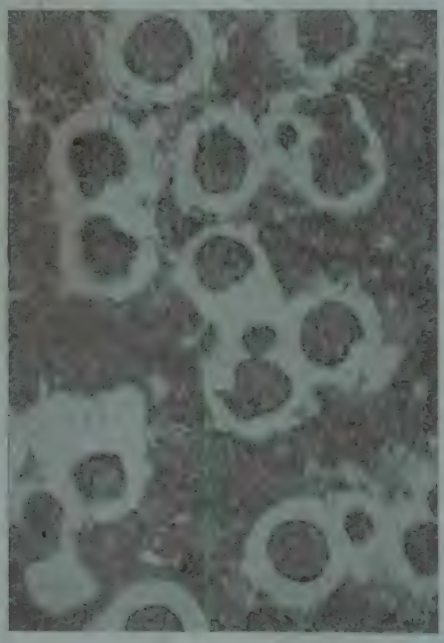
FABRICADO SOB LICENÇA EXCLUSIVA DA "THE MOND NICKEL Cº LTD."

Tipo I — FERRÍTICO



R_t = 40 a 50 Kg/mm²
E = 30 Kg/mm²
A = 12 a 20 %
ΔB = 150 a 180

Tipo II — PERLÍTICO



R_t = 55 a 70 Kg/mm²
E = 45 Kg/mm²
A = 3 a 5 %
ΔB = 225 a 250

— Substitui com vantagem o ferro maleável pois apresenta características mecânicas superiores quaisquer que sejam as espessuras e dimensões das peças. Fabricação rápida.

— Substitui em certos casos o aço vazado. Melhor acabamento das peças em bruto de fundição. Mais económico.

— A matriz pode tomar várias estruturas apropriadas à resistência ao desgaste, à corrosão e aos choques térmicos.

— Excelente para peças 100 % estanques a altas pressões.

CONSULTE OS NOSSOS SERVIÇOS TÉCNICOS

Companhia Portuguesa de Fundações e Sondagens, L.da

(FUNSON)

Concessionários das "Patentes François"

Impermeabilização de barragens, depósitos, túneis, etc.

Profundação de poços e perfuração de galerias.

Sondagens a percussão e rotação, captação de águas e furos artesianos.

Estacaria «FRANÇOIS» de betão e injectados.

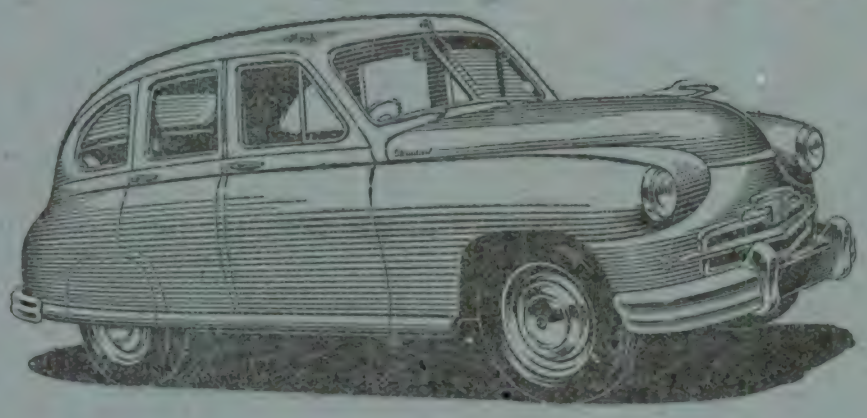
Análises por métodos geofísicos.

Injecções de argamassa Coloidal «*Colgrout*» e «*Colcrete*»

Calçada do Combro, 32-2.º Dt.º — Telef. 20634 - LISBOA

STANDARD *Vanguard*

1952



O AUTOMÓVEL IDEAL
PARA
DESPORTO E TURISMO

COM IMPORTANTES APERFEIÇOAMENTOS RESULTADO DA EXPERIÊNCIA DE ALGUNS ANOS E DE MUITOS MILHÕES DE QUILÓMETROS PERCORRIDOS NAS ESTRADAS DE TODO O MUNDO

●

C. SANTOS LDA.

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

PORTO
160 — R. DE S.TA CATARINA — 168

COIMBRA
AV. FERNÃO DE MAGALHÃES, M. R.

AGENTES EM TODO O PAÍS

ZEISS

Microscópios / Aparelhos Oftalmológicos / Binóculos / Câmaras fotográficas / Vidros para óculos e todos os aparelhos ópticos

À venda nas boas casas da especialidade

PARA TODAS AS INFORMAÇÕES

REPRESENTANTE PARA PORTUGAL:

Sociedade Óptica Técnica Optéc, L.da

RUA 1.º DE DEZEMBRO, 101-2.º — LISBOA

Teleg. «Socoptec» Telef. 26510

DUPLICADORES

Manuais e eléctricos

Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 — Telefone 2 2020 - LISBOA | LARGO DO PADRÃO, 28, 1.º — Telefone 2 3469 - PORTO

ÁVILA

CABOS ELÉCTRICOS

CAPITAIS · TÉCNICOS · OPERÁRIOS

EXCLUSIVAMENTE PORTUGUESES

RESUMO DA PRODUÇÃO ÁVILA

Condutores com isolamento de borracha / Fios e cabos com cobertura de chumbo / Condutores para rádio e telecomunicações / Fios e cabos especiais para automóveis / Cabos para elevadores e guindastes / Fios e cabos com isolamento termoplástico / Condutores especiais para o Exército, Aeronáutica e Marinha / Fios esmaltados / Acessórios em materiais plásticos, etc.

FÁBRICA DE CONDUTORES ELÉCTRICOS DIOGO D'ÁVILA, LDA.

ESCRITÓRIOS:

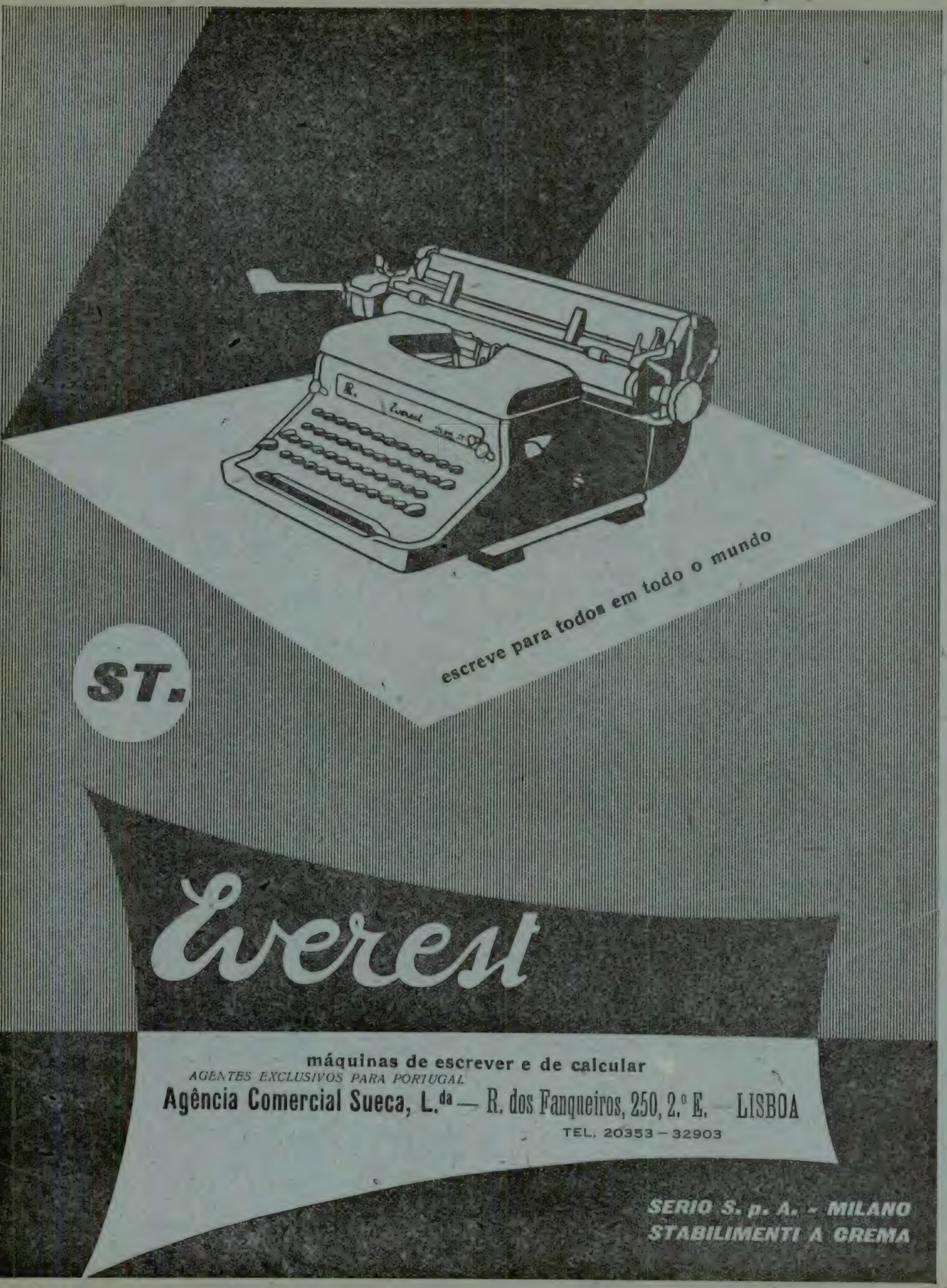
Rua Maria, 25, r/c D. (aos Anjos)

L I S B O A

FÁBRICA:

Estrada da Ajuda-Queluz

Portela da Ajuda / LISBOA-C


escreve para todos em todo o mundo
ST.
Everest
máquinas de escrever e de calcular
AGENTES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL
Agência Comercial Sueca, L.da — R. dos Fanqueiros, 250, 2.º E. — LISBOA
TEL. 20353 – 32903
SERIO S. p. A. - MILANO
STABILIMENTI A CREMA

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Diferenciais eléctricos «**SWF**» de todos os tipos e para todas as aplicações

Bombas centrífugas, compressores e bombas de vácuo «**Klein, Schanzlin e Becker**»

Motores a óleos pesados «**SKODA**»

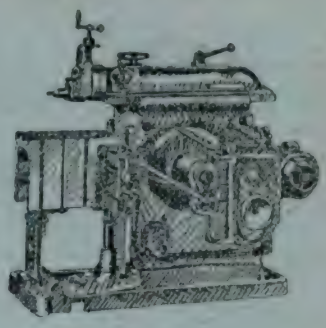
Tractores e debulhadoras «**LANZ**»

Fornos a óleos pesados e eléctricos «**Ruppmann**»

Transportadores aéreos

Máquinas para Caminho de Ferro «**Froriep**»

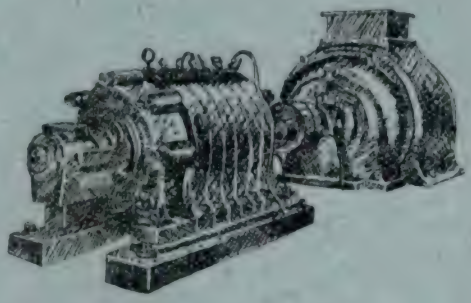
ETC.



Máquinas de soldar, eléctricas e a autogéneo

—

Ferramentas de precisão



Ferramentas eléctricas portáteis

Material para garagens e estações de serviço «**ATI**»

—

Aços finos "Roechling"

O maior depósito de máquinas, novas, do País

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

RUA DA BOA VISTA, 45 - 49, 1.º — LISBOA — TEL. 6 6086

INGERSOLL—RAND, L.DA

Compressores — Material para minas

Ferramentas Pneumáticas

Bombas centrífugas — Guinchos eléctricos e a ar comprimido

Condensadores de vapor — Motores «Diesel»

Equipamentos de refrigeração

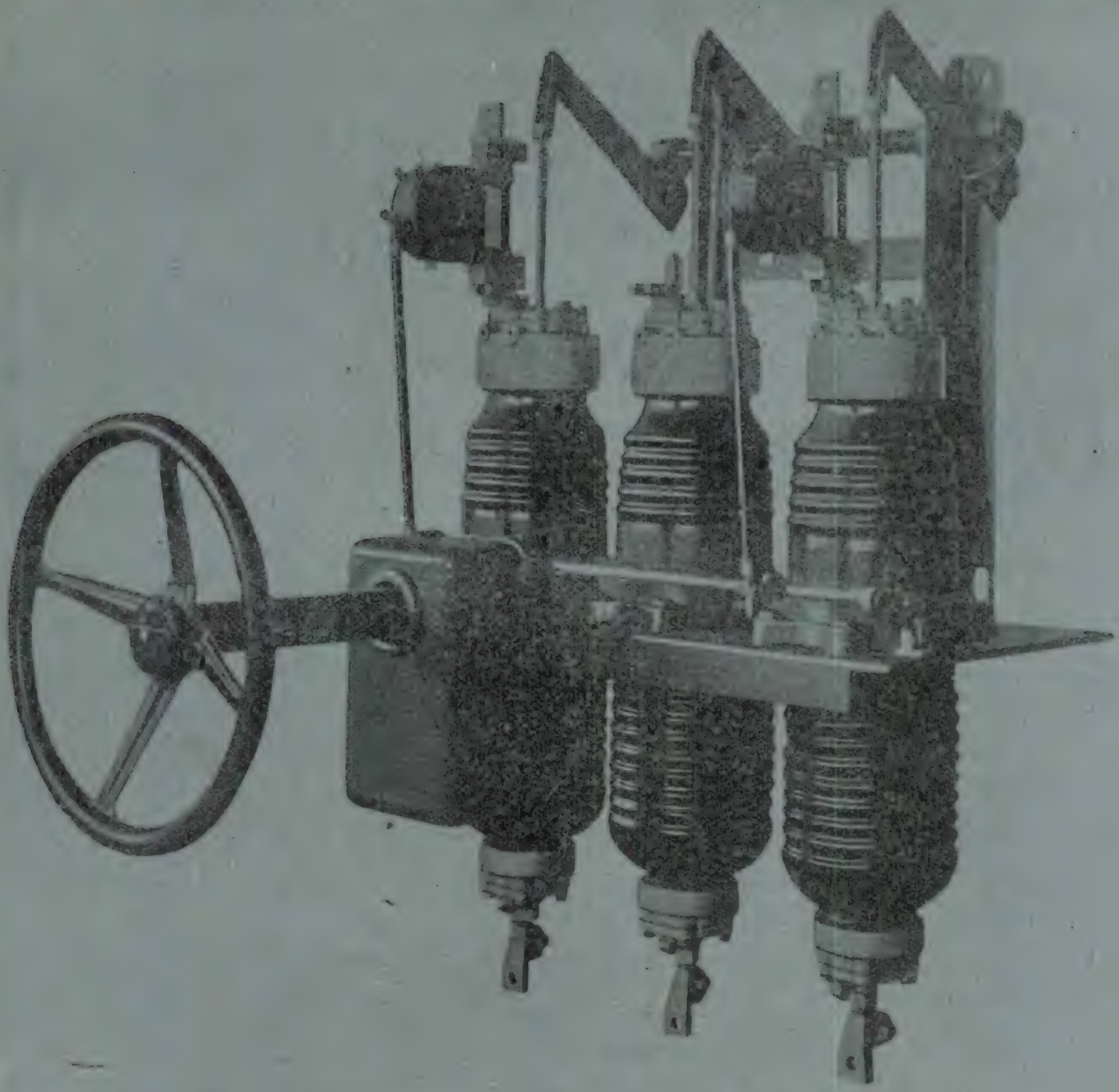
Largo do Corpo Santo, 28-2.º

LISBOA

Telef. { 2 3212 / 2 9671 } Teleg. INGERSOLL

Nas Colónias
METROCOL, LDA.
LUANDA

Para equipamento de garagem
C. SANTOS, LDA.
LISBOA PORTO COIMBRA



DISJUNTOR "ORTHOJECTEUR"

DELLE

— Pequeno volume de Óleo — TIPO HP

DELEGADOS:

Agência Geral de Material Eléctrico, L.da

Rua dos Industriais, 4-1.º — LISBOA

Telef. 6 0692

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — **LISBOA**

TEL. 38171/6

telefones · radio · cabos

Oficina Técnica de Estudos e Instalações Industriais

O. T. E. I.

Gabinete de estudos dos

"Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi"

«A. C. E. C.»

(Representados em Portugal por Nogueira, L.da)

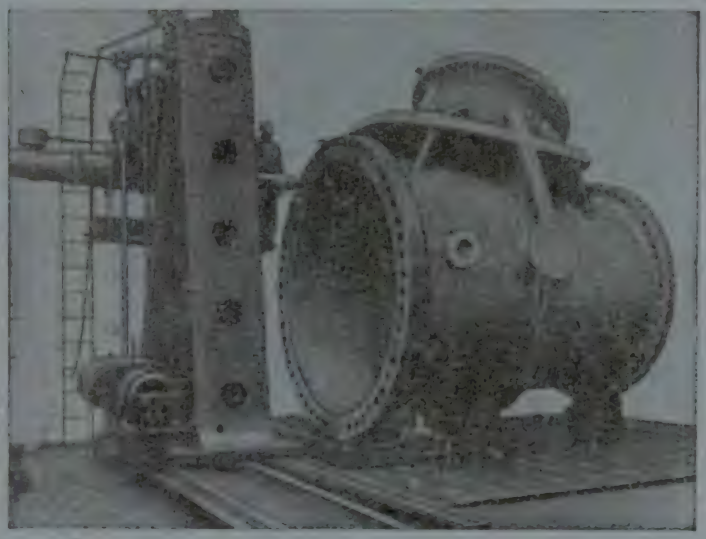
Estudos electro-mecânicos de

Centrais Hidráulicas e Térmicas, Subestações de Transformação, Linhas de Alta e Baixa Tensão, Instalações Industriais ou Fabris, Estações de Bombagem, Instalações em Minas, etc.

por técnicos nacionais e estrangeiros

Sede: Rua Rodrigo da Fonseca, 76-1.º E.

Telegramas OTEI — Lisboa Telefone 55317



Derivação, em aço, do colector de CASTELBELLO (Itália).

OTB

Publicità G-U (1278)

meio século de experiência e progresso na execução de projectos e na construção de condutas forçadas para aproveitamentos hidroeléctricos.

ACCIAIERIA E TUBIFICIO DI BRESCIA

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { P. P. C. 324 — 4 linhas / Administ. 156

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

APARELHOS DE MEDIDA

CHAUVIN ARNOUX & C.IE

TINTAS E VERNIZES

BITULAC, L.TD

CARVÕES DE ARCO PARA CINEMA E FOTOGRAVURA

S.TE LE CARBONE LORRAINE

ELECTRODOS E TODOS OS ACESSÓRIOS PARA SOLDADURA ELECTRICA

ARCOS

CONSULTAR:

J. ROMA, L.DA

PRAÇA DA FIGUEIRA, 12 — LISBOA

Telefone 3 3133

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:

Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:

Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

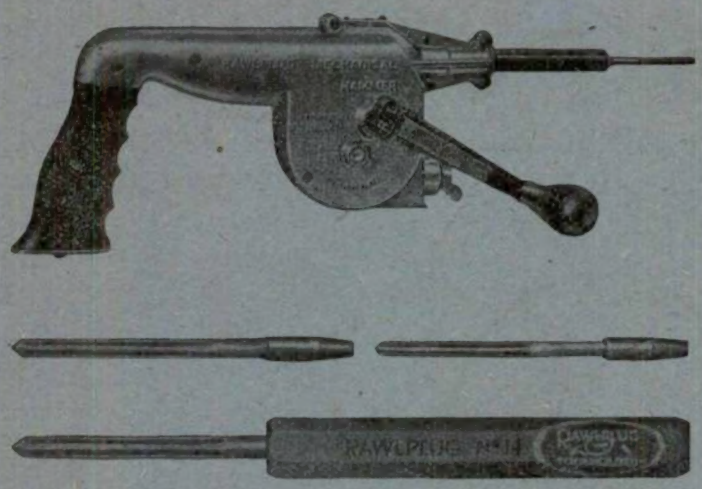
Fundição de:

AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica



MARTELO MECÂNICO

O método mais rápido e mais barato de furação

Use-o com uma bucha

RAWLPLUG

para conseguir o mais seguro e económico método de fixação do mundo

Fornecido com brocas de aço especial para todas as medidas de buchas

RAWLPLUG

Representantes em Portugal:

LEACOCK (Lisboa), LTD.

Avenida 24 de Julho, 16

Telefone 61 127-8 — LISBOA

No Porto:

Sociedade Hemisfério

Pr. Sidónio Pais, 267-3.º

RAWLPLUG

Mais casas, mais fábricas, maior aplicação para RAWLPLUG

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

Soc. do Pavimento "SIMPLEX", L.DA

Rua do Arsenal, 146, 2.º, frente

LISBOA

Telefone 21852

Lage de betão armado sem cofragem

Economia, isolamento e grande rapidez de execução

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57

Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

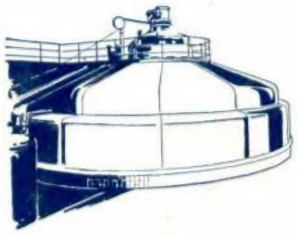
Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 23411

PRODUTOS

Brown Boveri



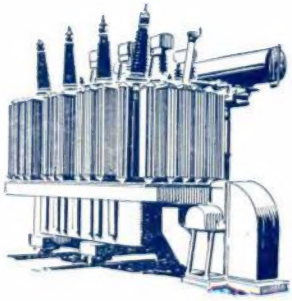
Produção de energia

Centrais eléctricas completas.
Centrais completas a vapor.
Turbinas a vapor e instalações de condensação.
Turbinas de combustão.
Caldeiras Velox; Sobreaquecedores Velox.
Serviços auxiliares para instalações de caldeiras.
Turbo-grupos para corrente alterna e contínua.
Geradores para turbinas a gás, a vapor ou hidráulicas.

Transformadores. Protecção de redes.
Compensadores síncronos e assíncronos.

Utilização da energia

Motores de todas as potências e execuções:
Aparelhos de manobra para baixa e alta tensão.
Accionamentos na indústria, na agricultura.
Electro-química: Instalações electrotérmicas.



Altas frequências, telecomunicações e telecomandos

Turbo-compressores

Tráfego Tracção: Accionamentos de navios.

Produtos especiais

do ramo de fabricação de máquinas e aparelhos.